7

HOMMAGE

À

MONSIEUR CHEVREUL

A L'OCCASION DE SON CENTENAIRE

31 AOUT 1886

LISTE DES MÉMOIRES

SUR LA PRÉPARATION DU GAZ AMMONIAC

PAR

M. BERTHELOT

MEMBRE DE L'INSTITUT, PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

SUR LA SENSIBILITÉ DE QUELQUES RÉACTIONS SPECTROSCOPIQUES

PAR

M. EUGÈNE DEMARÇAY

LA FORMULE ATOMIQUE DES CORPS ET LEURS EFFETS THÉRAPEUTIQUES

PAR

M. DUJARDIN-BEAUMETZ

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE, MÉDECIN DE L'HÔPITAL COCHIN

DU MÉCANISME DE LA VARIATION DES ÊTRES VIVANTS

PAR

E. GAUTIER

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

DEUX LETTRES INÉDITES DE LAVOISIER

PAR

ED. GRIMAUX

PROFESSEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

LES « PRODUITS » EN ANATOMIE GÉNÉRALE

PAR

G. POUCHET

PROFESSEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

DES MOUVEMENTS INCONSCIENTS

PAR

CH. RICHET

PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

HOMMAGE

À

MONSIEUR CHEVREUL

A L'OCCASION DE SON CENTENAIRE

31 AOUT 1886

PAR

MM. M. BERTHELOT, E. DEMARÇAY, DUJARDIN-BEAUMETZ, E. GAUTIER

ED. GRIMAUX, G. POUCHET, CH. RICHET ET F. ALCAN

PARIS

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1886

Monsieur et Vénéré Confrère,

La meilleure manière d'honorer un savant et un homme qui a travaillé pendant un siècle, c'est de lui offrir l'hommage des travaux poursuivis d'après lui, et sous son inspiration. Ceux que vous avez inspirés sont innombrables et ont occupé plusieurs générations de chimistes. Nous espérons que vous voudrez bien accepter ce volume, en témoignage de la reconnaissance des hommes de l'époque actuelle. Ils ont choisi pour parler en leur nom un ouvrier de la dernière heure, l'un de ces étudiants laborieux dont vous êtes le doyen.

M. BERTHELOT.

SUR LA

PRÉPARATION DU GAZ AMMONIAC

PAR

M. BERTHELOT

Les phénomènes chimiques les plus simples et les plus élémentaires ont été plutôt constatés qu'expliqués et ils exigent aujourd'hui une étude plus profonde et des interprétations nouvelles, rendues nécessaires par les progrès incessants de la Mécanique chimique. Tel est le cas de la préparation du gaz ammoniac. Berthollet l'expliquait par la volatilité de ce gaz, opposée à la fixité des bases alcalines : explication exacte en fait, mais insuffisante, car elle ne rend pas compte du caractère partiel de la réaction de la plupart des oxydes métalliques. Elle ne nous apprend pas non plus ce qui doit se passer lorsqu'on opère en présence de l'eau, dans des conditions où l'ammoniaque demeure dissoute; ni pourquoi la chaux, la baryte, la strontiane, se dissolvent dans les solutions de chlorhydrate d'ammoniaque, tandis que l'ammoniaque ne précipite pas les chlorures de calcium, de baryum et de strontium.

Dans le cas même de la soude ou de la potasse, en présence d'un excès d'eau, les théories de Berthollet impliqueraient le par-

tage de l'acide entre la soude et l'ammoniaque suivant un rapport « déterminé par leur capacité de saturation et leur quantité »; en d'autres termes, ces deux bases, prises sous leurs poids équivalents, devraient prendre chacune la moitié de l'acide antagoniste. Sous des poids quelconques elles agiraient en raison du nombre relatif des équivalents employés, de façon à donner lieu à un partage déterminé par leurs masses chimiques respectives.

Or, en fait, j'ai établi par les mesures thermiques que la soude déplace entièrement ou sensiblement l'ammoniaque dans ses dissolutions étendues, indépendamment de toute volatilité et quelles que soient les proportions relatives des divers composants. La chaux agit de même dans les dissolutions étendues, contrairement à l'ancien principe de l'insolubilité. Il n'est donc pas surprenant que, si l'eau fait défaut, le gaz ammoniac se dégage, *son déplacement n'étant pas dû en réalité à sa volatilité, mais à une réaction chimique préalable et indépendante de celle-ci.*

Cette réaction elle-même offre un caractère particulier, car elle est accompagnée par une absorption de chaleur, aussi bien que lorsque l'ammoniaque reste dissoute que lorsqu'elle se dégage. M. Isambert a expliqué cette circonstance avec sagacité, en faisant observer que les sels ammoniacaux sont en partie dissociés, par exemple le chlorhydrate d'ammoniaque en ammoniaque et acide chlorhydrique. La base mise en présence agit donc au début, non sur le sel lui-même, mais sur l'acide libre : la neutralisation de cet acide, qui tenait le sel ammoniac en équilibre, permet la dissociation d'une nouvelle dose de chlorhydrate, et la réitération de l'action se poursuit jusqu'à épuisement.

C'est précisément la même explication que j'avais donnée en 1873 pour rendre compte de la transformation totale et instantanée du sulfate (ou du chlorhydrate) d'ammoniaque dissous et mêlé avec le carbonate de potasse, en sulfate de potasse et car-

bonate d'ammoniaque, également dissous : transformation constatée par les mesures thermiques et qui explique les réactions similaires de la voie sèche. Dans tous les cas de ce genre, la métamorphose chimique dépend d'une double condition : réaction exothermique, due aux énergies internes du système et répondant au maximum thermique (action de la base additionnelle sur la fraction d'acide actuellement libre), et dissociation endothermique, due à l'action calorifique du milieu ambiant, c'est-à-dire aux énergies étrangères, lesquelles régénèrent sans cesse le composant susceptible de la première réaction.

Lorsqu'on étudie plus en détail les phénomènes, on observe d'ordinaire des complications qui avaient échappé à une première vue. Tel est le cas des actions entre la plupart des oxydes et les sels ammoniacaux. Mais toutes ces actions rentrent à leur tour dans le principe général, lorsqu'on les soumet à une analyse convenable, en tenant compte non plus seulement des composés les plus simples, mais de tous ceux qui sont susceptibles de se produire et dont l'existence est constatée.

Pour nous borner au chlorhydrate d'ammoniaque mis en présence des oxydes, les composés secondaires peuvent être fort nombreux ; ils comprennent en effet :

Les combinaisons de l'ammoniaque avec le chlorure métallique (calcium, fer, zinc, argent, etc.) ;

Les combinaisons de l'ammoniaque avec l'oxyde métallique (zinc, cuivre, mercure, argent, etc.), donnant lieu souvent à des bases complexes, ainsi que les chlorures ou chlorhydrates correspondants :

Les combinaisons du chlorhydrate d'ammoniaque avec le chlorure métallique, combinaisons qui existent pour la plupart des chlorures ;

Les combinaisons de l'oxyde métallique avec son propre chlo-

rure (oxychlorures de magnésium, de zinc, de plomb, de mercure, etc.) ;

Enfin tous ces composés peuvent se former à l'état anhydre, ou bien à l'état d'hydrates ; l'eau étant un produit nécessaire de la réaction, attendu que l'oxyde d'ammonium, corps du même type que les oxydes métalliques, n'existe pas à l'état isolé, se trouvant aussitôt dissocié en eau et ammoniaque.

La formation de ces composés secondaires est susceptible d'arrêter la réaction en donnant lieu à un phénomène de partage, en raison des dégagements de chaleur qu'elle détermine et toutes les fois que ces dégagements répondent au maximum thermique ; c'est ainsi que, d'après M. Isambert qui a fort bien expliqué ce phénomène, le gaz ammoniac peut ne pas se dégager, à la température ordinaire, dans la réaction de la chaux par le chlorhydrate d'ammoniaque, parce qu'il demeure combiné au chlorure de calcium. Pour le dégager, il faut déterminer par une élévation de température la dissociation du chlorure de calcium ammoniacal ; c'est cette dissociation qui absorbe, comme toujours, la chaleur fournie par l'échauffement extérieur, c'est-à-dire par une énergie étrangère. Il est clair que, pour toute température comprise entre les limites qui séparent la dissociation commençante et la décomposition totale, on doit observer une tension définie du gaz ammoniac (et de la vapeur d'eau). C'est précisément ce que démontrent les très intéressantes expériences faites par M. Isambert sur l'oxyde de plomb et le chlorhydrate d'ammoniaque.

Or le chlorure de plomb absorbe pareillement le gaz ammoniac, en formant un composé représenté par $4\ PbCl, 3\ AzH^3$, d'après H. Rose. Deux autres ordres de composés concourent aussi au phénomène, savoir : les sels doubles formés par le chlorure de plomb et le chlorhydrate d'ammoniaque et les oxychlorures de plomb, sels doubles et oxychlorures étudiés par M. André et

que la chaleur tend pareillement à dissocier. L'équilibre total, qui détermine la tension du gaz ammoniac à une température donnée, résulte à la fois de la formation et de la dissociation partielle de ces divers ordres de composés. En effet j'ai établi cette règle que : toutes les fois qu'il se produit un équilibre chimique réversible, cet équilibre est déterminé par l'existence actuelle et démontrable de certains composés dissociés. A la température ordinaire, ce n'est pas en général sur les composés fondamentaux, stables pour la plupart à cette température, que porte la dissociation, mais sur les composés secondaires : ce sont donc ces derniers qui déterminent alors les équilibres. Les réactions entre les oxydes et les ammoniacaux sont conformes à cette règle, laquelle détermine, je le répète, les équilibres par le concours des énergies internes des systèmes, génératrices des combinaisons accomplies avec tendance vers le dégagement maximum de chaleur, et des énergies étrangères, génératrices des décompositions totales et des dissociations, accomplies au contraire avec absorption de chaleur. J'ai montré, dès l'origine de mes recherches, comment tous les équilibres observés sont la résultante de ces deux ordres d'énergies, et comment elles règlent l'application du principe du travail maximum.

SUR LA SENSIBILITÉ

DE

QUELQUES RÉACTIONS SPECTROSCOPIQUES

PAR

M. EUGÈNE DEMARÇAY

La sensibilité des réactions spectrales a été très vantée, on peut même dire qu'en général elle a été très exagérée et que si cette sensibilité est dans certains cas particuliers vraiment extraordinaire, dans l'immense majorité des cas il n'en est pas ainsi. J'ai cherché à m'en rendre compte pour différents corps qui se rencontrent fréquemment et dont il devient important à un point de vue pratique d'estimer à vue la proportion contenue dans le liquide à examiner. Je n'ai effectivement en vue ici que le procédé d'examen des solutions par l'étincelle électrique et plus particulièrement le procédé que j'ai décrit il y a deux ans et qui consiste à faire jaillir une étincelle fournie par une bobine d'induction à fil gros et court sur une petite mèche de platine, émergeant de la solution. Le procédé étant universel permet de comparer entre eux les corps

les plus différents. Il est beaucoup plus sensible en général que celui de M. Lecoq de Boisbaudran, c'est-à-dire qu'une solution donnant un spectre faible par ce dernier procédé en donnera encore un faible également avec la bobine à gros fil, si on dilue quelques centaines de fois la solution.

Néanmoins il est quelques exceptions; ainsi le chlorure d'aluminium, qui donne par le procédé de M. de Boisbaudran un spectre de bandes assez visible, ne donne à peu près rien avec la bobine à gros fil. Il faut, pour obtenir un spectre, ajouter à la solution de l'acide fluorhydrique. Cette même circonstance se présentera du reste toutes les fois qu'une substance donnant un brillant spectre de bandes avec le procédé Lecoq sera examiné avec la bobine à gros fil qui donne surtout des spectres de lignes. Avec elle les raies violettes de l'aluminium sont en effet plus développées que les bandes et constituent de beaucoup sa meilleure réaction. Il est digne de remarquer que les raies rouge et jaune signalées par M. de Boisbaudran ne paraissent pas, ou à peine, avec la bobine à gros fil. Le glucinium se range de même à côté de l'aluminium et pour la même raison.

La sensibilité varie d'une façon énorme avec la puissance de l'étincelle. On peut dire qu'il serait bien difficile de décider de la pureté d'un corps si on l'examinait avec une étincelle suffisamment forte.

Ici il ne sera question que d'étincelles obtenues avec 6 éléments à bichromate de 16 cent. sur 10 cent. rangés par 3 en tension et 2 en quantité. Les bobines employées fournissaient des étincelles de 4 à 10 millimètres dans l'air entre pointes de cuivre et la sensibilité des réactions qu'elles fournissaient était peu différente.

Une autre condition qui influe dans une proportion considérable sur la sensibilité est la nature de la solution. Tandis que les

chlorures donnent en général d'excellentes réactions, les azotates en donnent de médiocres et les sulfates de mauvaises. Les fluorures doivent être préférés à tous autres sels chaque fois que la chose est possible. J'ai dit plus haut l'influence du fluor sur la réaction de l'aluminium. On la retrouve pareille en nature, sinon en degré, dans tous les cas où le chlorure à examiner est décomposable par l'eau, soit à froid, soit à chaud. Tels sont les cas des chlorures de fer ($Fe^2 Cl^6$), de titane, de niobium, de tantale, d'aluminium, etc. Ainsi, en dissolvant une partie de perchlorure de fer dans 500 parties d'eau, non seulement on n'observera pour ainsi dire pas de spectre, mais l'étincelle même ne jaillira que très difficilement. Si, au lieu d'eau, on emploie pour solvant 500 parties d'acide chlorhydrique, on aura au contraire un bon spectre. On serait arrivé à un résultat encore meilleur en ajoutant à la solution aqueuse quelques gouttes d'acide fluorhydrique.

Il résulte de là qu'une condition de sensibilité des réactions spectrales est la stabilité même à chaud de la solution qu'on examine. Si elle peut éprouver à chaud ou à froid une décomposition avec départ d'oxyde ou d'oxychlorure, on peut être certain que la réaction spectrale sera mauvaise.

Une circonstance qui semblerait à priori devoir exercer une grande action sur la sensibilité de la réaction d'un corps donné est la présence dans la même dissolution d'autres corps à spectres brillants. J'ai constaté cependant qu'il n'en était pas ainsi. A moins que l'un des corps ne soit en proportion tout à fait petite vis-à-vis des autres, même lorsque ceux-ci donnent leur spectre très facilement et quand bien même le premier ne le fournirait pas très brillant, il paraît à peu près inaltéré. C'est ainsi que dans une solution très acide de fer à $\frac{1}{10\,000}$ qui ne donne qu'un spectre pauvre du fer, on peut introduire même une forte quantité de lithium (soit 1 ou 2 p. 100), sans modifier notablement la

réaction du fer. Si pourtant on augmente le lithium jusqu'à 10 p. 100, le spectre du fer pâlit graduellement et finit par disparaître Il est bon de noter qu'une solution de lithium à $\frac{1}{10\,000}$ fournit un spectre brillant.

De même, si on avait ajouté une forte quantité de fluorure de potassium, on aurait vu le spectre du fer disparaître, bien que le spectre du potassium ne fût pas très éclatant surtout avec la solution très concentrée.

Si, au lieu de lithium et de potassium, substances dont les spectres renferment peu de raies, on en avait introduit d'autres dont les spectres en renferment beaucoup, comme le titane, le résultat n'aurait pas changé. A la vérité, il devient difficile de démêler les raies du fer pâles et peu nombreuses de toutes les raies étrangères brillantes qui les entourent, mais ces raies avec la même étincelle gardent à peu près la même puissance si le titane n'est pas en par trop grand excès.

La concentration d'une solution influe sur le spectre qu'elle fournit d'une façon très variable suivant la nature de la substance et la manière dont l'étincelle jaillit sur la solution. Avec les procédés de M. Lecoq, il convient par exemple de prendre des solutions concentrées. Avec la bobine à gros fil et une mèche, les solutions très concentrées viennent s'évaporer à l'extrémité de la mèche, y déposent un champignon de matière souvent décomposée, en sorte que, le liquide n'humectant plus la mèche, le spectre disparaît. Une solution plus étendue donnera d'ailleurs souvent un plus beau spectre qu'une solution plus concentrée, même lorsque cette dernière ne présente pas l'inconvénient mentionné plus haut. Celui qu'elle donne est en effet fréquemment empâté de fonds lumineux, et les raies, au lieu d'être fines, deviennent d'ordinaire larges et diffuses. D'autre part, une dissolution trop faible favorise la production du spectre des électrodes et des solvants et affaiblit

le spectre du métal. C'est là que se montre la grande variabilité des corps simples entre eux : les uns ne donnant plus de spectre quand ils forment moins de $\frac{1}{10}$ de la solution, d'autres en donnant encore alors que la solution n'en contient que $\frac{2}{1\,000\,000\,000}$, et même on ne parvient guère à éliminer la raie du sodium (D du soleil) et la double raie violette du calcium (H_1 et H_2 du soleil) qu'on retrouve plus ou moins forte sur les photographies des spectres d'étincelle. En effet, un acide chlorhydrique préparé en dissolvant du gaz chlorhydrique, arrivant par un tube en platine, dans de l'eau contenue dans un vase en platine, ne donne pas les raies du calcium (quoiqu'on voit encore celles du sodium qui arrive par les poussières de l'air) si on l'examine dans un vase en platine ; mais si on l'examine dans un vase en verre, il les montre presque de suite et assez fortement. Il en est de même de l'eau distillée conservée dans un vase en verre. L'acide fluorhydrique lui-même, qui semblerait, vu l'insolubilité du fluorure de calcium, être à l'abri de cette impureté, les montre aussi, quoique en général fort réduites. On peut donc dire que la sensibilité du calcium et celle du sodium est presque indéterminable. Elle est sans doute, pour le calcium, voisine de celle du strontium et, pour le sodium, de celle du lithium.

Le *lithium* est la substance la plus aisée à reconnaître que j'aie rencontrée. On voit encore aisément $\frac{1}{10\,000\,000}$ de $Li^2\,CO^3$ dissous dans de l'eau. La dose de $\frac{1}{100\,000\,000}$ ne montre que des traces peu sûres de la raie rouge. On peut donc dire que la plus faible quantité de lithium qu'on puisse découvrir par les procédés énoncés précédemment est voisine de $\frac{2}{1\,000\,000\,000}$.

Une solution à $\frac{1}{100\,000}$ de *chlorure de baryum* contenant par suite $\frac{1}{200\,000}$ de Ba donne encore un bon spectre. Avec une solu-

tion à $\frac{1}{1000000}$, on voit encore les plus fortes raies. On reconnaît donc moins de $\frac{1}{2000000}$ de Ba dans une solution.

Le *strontium* donne des résultats voisins.

L'*yttria* se reconnaît encore à ses bandes rouges et surtout à ses belles raies bleues et violettes à la dose de $\frac{1}{2000000}$, solution qui contient environ $\frac{1}{2800000}$ de Yt.

Les sensibilités du *magnésium*, du *thallium* et celle du *zinc* sont voisines de celles du baryum et du strontium; quoiqu'un peu plus faibles, on en reconnaît encore, bien qu'avec peine, $\frac{1}{1000000}$. Aussi la plupart des eaux naturelles montrent-elles directement les raies de Mg.

Le *cuivre*, qu'on rencontre si souvent en analyse spectrale, est sensiblement moins facile à voir: on n'en reconnaît guère moins de $\frac{1}{500000}$. L'*argent* à cet égard, comme à tant d'autres, est très voisin du cuivre.

Le *titane* se distingue encore à la dose de $\frac{1}{200000}$: c'est un exemple curieux d'un corps possédant une réaction sensible par un procédé et à peu près invisible par un autre analogue. La méthode Lecoq ne permet, en effet, de voir que de faibles traces des raies principales du titane. Le *chrôme* en est très voisin.

Le *fer* ne se reconnaît guère à moins de $\frac{1}{10000}$; sa puissance colorante en solution clorhydrique le décèle bien plus aisément, bien que moins sûrement.

Le *cobalt*, si voisin du fer, s'en rapproche aussi par sa sensibilité spectrale. Il est difficile de reconnaître $\frac{1}{50000}$ de ce corps.

Le *bismuth* possède une sensibilité à peu près égale et ne se discerne guère au-dessous de $\frac{1}{10000}$. L'*aluminium*, le *plomb*, le *mercure*, ont une moindre sensibilité d'environ $\frac{1}{2000}$.

Avec le *potassium* on entame la série des corps peu sensibles. A la dose de $\frac{1}{1000}$, il ne donne plus que des traces de son groupe jaune et de sa double raie violette.

L'*étain* en est assez voisin, on le discerne faiblement à la dose de $\frac{1}{1\,000}$ · L'*antimoine* et l'*arsenic* sont encore moins faciles à voir à la dose de $\frac{1}{100}$: ils n'offrent que de faibles images de leurs raies principales.

Enfin viennent le *soufre* et le *phosphore* qu'on ne voit guère qu'en solution concentrée. Le *fluor* donne encore plus difficilement ses raies. Quant à l'*oxygène*, il est remarquable qu'il ne m'a paru en aucune circonstance donner la plus légère trace de son spectre. On voit un faible spectre secondaire de l'*azote* avec l'acide azotique et les azotates.

Il doit du reste être bien entendu que ce ne sont là que de simples indications. Il ne faut pas oublier, en effet, que rien n'est plus capricieux que la manière dont jaillit l'étincelle d'induction et que l'observateur lui-même est variable, la sensibilité de son œil étant souvent fort différente à différents moments. Ces résultats m'ont semblé, malgré cela, pouvoir donner une idée de ce que peut donner pratiquement une méthode spectroscopique assez sensible.

LA
FORMULE ATOMIQUE DES CORPS
ET
LEURS EFFETS THÉRAPEUTIQUES

PAR

M. DUJARDIN-BEAUMETZ

La thérapeutique a dû jusqu'à ces derniers temps ses plus précieuses acquisitions à l'empirisme; mais si elle veut désormais occuper le rang important qui lui est assigné dans le groupe des sciences médicales, il est nécessaire qu'elle s'ouvre d'autres chemins que ceux qu'elle a parcourus jusqu'ici.

Parmi ces routes il en est une qui lui est toute tracée par les progrès incessants de la chimie moderne. Grâce aux perfectionnements des méthodes d'analyse, la chimie a pu isoler, dans le nombre innombrable de substances que le règne végétal fournit à la thérapeutique, les principes actifs sous forme d'alcaloïdes et l'on peut dire aujourd'hui que les médicaments d'origine végétale ayant une action thérapeutique certaine possèdent tous un ou plu-

sieurs alcaloïdes ou glucosides qui résument leurs propriétés médicinales. Mais il est un point qui a été beaucoup moins étudié et qui mérite cependant toute notre attention, c'est celui de savoir, étant donnée la constitution atomique d'un corps, quels sont les effets que l'on en peut attendre; c'est sur ce point que je désire appeler l'attention des thérapeutes.

La chimie moderne, en groupant les corps en séries parallèles et en les associant entre eux, nous a montré des faits utiles dont nous pouvons trouver aujourd'hui les applications à la thérapeutique. Prenons par exemple cette grande classe des alcools, nous allons voir qu'en étudiant leur action physiologique et toxique, elle peut nous fournir des indications précieuses au point de vue qui nous occupe.

Dans un long travail fait en collaboration avec le Dr Audigé, nous avons démontré que, lorsqu'on prend dans le groupe des alcools une série naturelle comme celle formée par les alcools par fermentation, qui offre, outre une origine commune, une formule atomique présentant une progression croissante, l'action toxique de ces alcools suit pour ainsi dire d'une façon mathématique leur progression atomique; de telle sorte que les doses toxiques limites, c'est-à-dire celles qui déterminent la mort d'un chien en vingt-quatre heures, par kilogramme du poids du corps de l'animal, sont représentées par les chiffres suivants :

C^2H^6O	Alcool éthylique	7gr75
C^3H^8O	Alcool propylique	3gr75
$C^4H^{10}O$	Alcool butylique	1gr85
$C^5H^{12}O$	Alcool amylique	1gr50

Cette action toxique progressive des alcools fermentés, que nous avions constatée chez le chien et qui nous a permis d'en tirer des conclusions capitales au point de vue de l'action nocive des

divers eaux-de-vie et esprits de consommation, a trouvé une application récente à la thérapeutique.

Dans les expériences si importantes que le Dr Miquel a entreprises pour juger la valeur antiseptique des différentes substances, il a montré que cette valeur était proportionnelle à la formule atomique de ces alcools fermentés et que le degré d'asepsie, c'est-à-dire la quantité d'alcool nécessaire pour empêcher la putréfaction de se produire dans un litre de bouillon neutralisé, était d'autant moins élevée que la formule atomique était plus complexe; les formules suivantes montrent bien le fait que j'avance :

C^2H^6O	Alcool éthylique	degré d'asepsie	95
C^3H^8O	Alcool propylique	—	60
$C^4H^{10}O$	Alcool butylique	—	35
$C^5H^{12}O$	Alcool amylique	—	14

Sans quitter ce groupe des alcools, nos expériences ont montré que, lorsque l'on prenait la série des alcools mono-atomiques dans son ensemble, les lois précédemment applicables aux alcools fermentés ne trouvaient plus leur entière application, et cela par suite d'un élément important, la solubilité plus ou moins complète du corps en expérience; de telle sorte que l'alcool cétylique, qui occupe le rang le plus élevé au point de vue de la formule atomique ($C^{16}H^{36}O$), ne jouit d'aucune action toxique à cause de son insolubilité absolue.

C'est encore cette question des radicaux alcooliques qui nous permet d'aborder un des points les plus intéressants de l'étude de certaines substances médicamenteuses, celle de la caféine et de ses dérivés par exemple.

Fischer nous a montré qu'on peut introduire dans la formule complexe de ce corps qu'il considère comme de la trimethylxanthine des radicaux étrangers à la place d'un atome d'hydrogène

et qu'alors on obtient des corps multiples tels que l'hydroxycaféine, l'éthoxycaféine, la méthoxycaféine, selon qu'on a remplacé cet atome d'hydrogène par de l'hydroxyl, radical mono-atomique de l'eau auquel on a enlevé un atome d'hydrogène (O H), ou bien par de l'éthoxyl qui n'est que l'éthyloxyde ou de l'oxyéthyl (OC^2H^5). Les formules suivantes donnent d'ailleurs bien la constitution de ces corps d'après Fischer :

```
a. CH³Az—CH             CH³Az—CH               CH³Az—C.OC²H⁵
      |     ||               |     ||                |     ||
b.    CO    C—AzCH³          CO    C—AzCH³           CO    C—AzCH³
      |     |  >CO           |     |  >CO            |     |  >CO
c. CH³Az — C=Az          CH³Az    C=Az            CH³Az    C=Az
```

Caféine	Hydroxycaféine	Éthoxycaféine
$=C^8H^{10}Az^4O^2$	$=C^6H^{10}Az^4O^3$	$=C^{10}H^{14}AzO^2$

Si l'on étudie chacun de ces nouveaux corps ainsi formés en le comparant à la caféine, on voit, comme l'a fait Filehne et comme je l'ai répété moi-même, que l'introduction de chacun de ces radicaux a modifié dans un sens voulu l'action physiologique et toxique de la caféine. On commence par établir, par des expériences faites sur les grenouilles, *rana temporaria* et *rana esculenta*, que la caféine détermine chez ces animaux une rigidité musculaire caractéristique et que 12 milligrammes de caféine amènent chez ces batraciens un tétanos continu.

Si l'on prend maintenant l'hydroxycaféine, il faut, pour obtenir les mêmes effets, administrer des doses beaucoup plus considérables près de 20 centigrammes. Le groupe hydroxl (O H) a donc atténué profondément l'action toxique de la caféine et cet effet résulte de ce que ce groupe atomique rend la caféine facilement décomposable, de telle sorte qu'introduite dans l'économie, elle s'oxyde et se détruit rapidement, ce qui fait que l'organisme échappe à son action toxique.

Voyons ce que va produire l'introduction du groupe atomique éthoxyl (OC^2H^5). Lorsque l'on administre à la grenouille de 15 à 30 milligrammes de cette éthoxycaféine, on n'observe plus de tétanos, mais bien une sorte de stupeur avec diminution des réflexes. Cette action est encore beaucoup plus marquée chez le cobaye et le lapin où l'on voit se produire, sous l'influence de ce médicament, un sommeil prolongé, tandis qu'au contraire à dose égale la caféine produit chez ces animaux un véritable tétanos. Le groupe éthoxyl introduit dans la formule de la caféine a donc modifié l'action tétanique de cette dernière et en a fait un médicament narcotique.

Je n'ai pas encore étudié la méthoxycaféine, mais on peut, *a priori*, penser que l'introduction du radical méthoxyl a transformé la caféine, médicament tétanisant, en un médicament curarisant. En effet, il y a bien des années, déjà, que Fraser (d'Édimbourg) a montré que, lorsqu'on introduit le groupe méthyl dans la plupart des alcaloïdes, on transforme ces médicaments en médicaments curarisants. C'est ainsi que du méthylstrychnium, du méthylbrucium, du méthylnicotium administrés à des animaux produisent chez eux des effets toxiques absolument analogues à ceux du curare, et j'ai moi-même vérifié la véracité de ce dire en expérimentant les sels de cicutine et leurs dérivés. Je me propose d'ailleurs de continuer cette étude en étudiant successivement l'amyloxycaféine, la phénoxycaféine, la glycéroxycaféine.

On voit donc que la thérapeutique peut, en introduisant des radicaux différents dans la formule atomique de certains alcaloïdes, en modifier les propriétés, les approprier à des effets médicamenteux différents et en faire ainsi tantôt des médicaments tétanisants, tantôt des médicaments narcotiques, tantôt des médicaments curarisants, suivant qu'un radical méthyle, éthoxyle, hydroxyle, viendra s'ajouter à la formule atomique du corps primitif.

Cette étude des alcools nous permet encore d'aborder un des

points les plus intéressants de cette question de l'influence de la formule atomique des corps sur leurs effets thérapeutiques. Je veux parler de l'isomérie. C'est là un sujet que mon ami le professeur Gautier a longuement étudié et je me permets d'y revenir. De ce que les corps aient la même formule, en résulte-t-il qu'ils aient la même action thérapeutique? Pour ma part, je ne le pense pas. La formule atomique totale de deux corps, quoiqu'ayant une identité parfaite, peut présenter un groupement atomique différent.

Voyez les iso-alcools comparés aux alcools par fermentation : nous savons aujourd'hui que, nés dans un liquide identique, ils résultent cependant d'un ferment différent, comme l'a très bien montré Ordonneau, et, tandis que les ferments de bonne qualité nous donnent les alcools vrais, les ferments inférieurs ou de mauvaise qualité produisent au contraire les iso-alcools. Ces iso-alcools n'ont pas la même action nocive que leurs alcools correspondants, ils sont plus toxiques. J'ai étudié à cet égard l'alcool iso-propylique comparé à l'alcool propylique et j'ai constaté manifestement le pouvoir toxique plus grand du premier comparé à celui du second.

Voyez la caféine et comparez-la à la théine, à la matéine, à la guaranine : au point de vue de leur formule atomique, ces corps paraissent semblables; je n'oserais affirmer qu'au point de vue de leurs effets physiologiques et toxiques il y ait la même identité.

L'étude des antiseptiques a aussi permis d'établir certaines lois qui trouvent ici leur application. Lorsque l'on compare le degré d'asepsie des différentes substances, on voit que, dans une même série, plus le poids atomique est élevé, plus le degré d'asepsie est considérable; c'est ainsi que le mercure, l'argent, le platine, occupent le premier rang. Malheureusement cette loi ne peut se généraliser et lorsqu'on l'applique à des corps comparables

comme le chlore, le brome, l'iode, on voit que le brome qui a un poids atomique beaucoup plus considérable que le chlore a un pouvoir aseptique trois fois moins considérable que le premier.

Quoi qu'il en soit, je crois que désormais la thérapeutique, en suivant la nouvelle voie que je viens de tracer et en étudiant les corps en fonction de leur constitution chimique, fera désormais de nombreuses et précieuses acquisitions. J'appelle surtout l'attention sur cette belle série aromatique qui, quoique à peine explorée, nous a fourni déjà des médicaments si précieux. C'est là une mine inépuisable, surtout si on suit dans cette étude une marche scientifique basée sur la constitution atomique de ces différents corps.

DU MÉCANISME

DE LA

VARIATION DES ÊTRES VIVANTS

PAR

M. A. GAUTIER

« Il y a deux manières fort différentes d'étudier et d'expliquer « les phénomènes de la vie. Dans l'une, on les fait dépendre « *médiatement* ou *immédiatement* d'une force particulière, appe- « lée *principe vital,* qu'on représente souvent comme antago- « niste des forces qui régissent la matière brute, telles que la « pesanteur, l'affinité, la chaleur, la lumière, l'électricité, le « magnétisme ; dans l'autre, sans rien préjuger sur la nature des « causes qui produisent les phénomènes, on cherche, après avoir « aussi bien défini ces derniers que possible, à les rapporter à « leurs *causes immédiates* ou prochaines, et bien loin d'admettre « *à priori* qu'ils sont les effets immédiats d'un principe vital, on « tend au contraire à les ramener aux forces qui régissent la « nature brute. C'est à cette dernière manière d'envisager les « principes de la vie que j'ai donné la préférence.

. . . .

« Il est impossible de faire avec succès aucune application un

« peu générale de la chimie à l'étude des phénomènes des êtres « vivants, tant qu'on n'aura pas défini les espèces des principes « immédiats qui constituent les tissus et les liquides sièges des « phénomènes qu'on veut étudier.

« J'ai exposé quelques considérations relatives à la manière « d'envisager, sous le point de vue chimique, les espèces des êtres « organisés qui sont bien définies par la botanique et la zoologie, « afin qu'en les étudiant sous le rapport de leur composition « immédiate, on fût conduit à déterminer :

« 1° Ceux de ces principes qui sont essentiels à l'existence de « l'espèce, de sorte qu'un d'eux manquant la vie n'est plus pos- « sible dans l'être auquel il se rapporte ;

« 2° Si parmi les principes essentiels il en est qui ne puissent « pas être remplacés par d'autres principes analogues, mais non « identiques ;

« 3° S'il n'y a pas de principes immédiats accidentels, c'est- « à-dire de principes qui peuvent manquer dans des individus « d'une même espèce, et se trouver dans d'autres.

« J'ai envisagé la matière des aliments sous des rapports cor- « respondants à ceux que je viens d'exposer.

« Enfin j'ai montré la liaison de ces études avec la recherche « des causes qui font dans les espèces botaniques et zoologiques, « des *variétés* ou des *races*.

« Mais, après avoir parlé de la lumière que la chimie peut jeter « sur la physiologie générale et comparée, de l'avantage qu'il « y a de chercher à ramener les phénomènes des corps vivants « que j'ai nommés, à leurs causes prochaines, et non à *les expli- « quer par un principe vital,* j'ai terminé l'appendice dont je fais « l'extrait, par avouer que, lors même qu'on aurait reconnu que « ces phénomènes dépendent des forces qui régissent la matière « inorganique, nous ne serions guère plus capables que nous ne

« le sommes aujourd'hui, de comprendre comment il arrive qu'un « corps qui est déjà organisé, avant que nous puissions l'aperce- « voir, a en lui et la propriété de se développer avec une « constance admirable dans la *forme de son espèce,* et la faculté « de donner naissance *à des individus qui reproduiront à leur « tour cette même forme.* Eh bien, c'est là où se trouve pour moi « le mystère de la vie, et non dans la nature des forces aux- « quelles on peut espérer de rapporter immédiatement les phéno- « mènes que j'ai pris en considération[1]. »

Telles sont les paroles mémorables par lesquelles M. Chevreul en 1824, puis en 1837, définissait le problème de la vie, et envisageait la méthode qui devait permettre aux chimistes d'aborder ce mystère et de jeter quelque lumière sur la physiologie générale des êtres organisés.

Nous voudrions montrer dans le présent mémoire l'étroite liaison qui existe, ainsi que l'entrevoyait il y a plus de soixante ans M. Chevreul, entre les transformations des espèces et des races, et les variations des principes immédiats qui entrent dans leur structure. Nous voudrions montrer que la cause qui maintient l'espèce et la race résulte non seulement de la structure de chacune des cellules de l'animal ou du végétal, mais encore que les variations de l'espèce sont corrélatives de celles des principes immédiats qui la composent, et que les variations dans les fonctions organiques propres à chaque espèce sont pour ainsi dire la résultante de la constitution chimique des principes immédiats qui la forment; de telle sorte que les variations fonctionnelles du nouvel êtres sont en connexion étroite avec les variations physico-

1. Chevreul, *Considérations générales de l'analyse organique et ses applications*; Levrault, Paris, 1824; et *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V, p. 175, Paris, 1837.

chimiques introduites par les modifications mêmes de leurs molécules intégrantes.

D'une façon générale on admet que les caractères de chaque individu sont déterminés par deux forces qui lui sont transmises par génération : l'une, la force d'*atavisme,* le sollicite à la reproduction des formes et fonctions de la série moyenne des êtres antérieurs semblables entre eux, et semblable à lui, dont il descend; l'autre, la force que j'appellerai d'*individualisme,* lui imprime ces différences personnelles qui le font distinguer de tous les individus de la même espèce et de la même race. Il existe en un mot, pour chaque être, des propriétés et fonctions spécifiques propres à son espèce, auxquelles viennent s'adjoindre des caractères particuliers d'une importance secondaire. Ces dernières variations, ces caractères individuels, sont le plus souvent la reproduction plus ou moins modifiée de qualités semblables apparues chez les ascendants immédiats. Elles ne se transmettent généralement qu'à un petit nombre de générations ; elles ne sont pas *fixées.*

Avant de chercher les causes profondes qui déterminent l'atavisme et l'invidualisation, il est bon de remarquer que les effets de cette dernière force tendent à devenir constants et transmissibles si, par la sélection, on fait converger sur les générations qui se succèdent, des tendances semblables propres aux deux ascendants paternels et maternels. On transforme par ce mécanisme une variation individuelle en variété, et l'on crée une *race* qui peut dès lors transmettre régulièrement à ses descendants ses caractères propres et se maintenir longtemps malgré les variations de culture, d'alimentation et de milieu[1].

Il nous serait facile de montrer qu'en dehors des variations

1. Déjà, en 1851, M. L. Vilmorin a exposé des idées semblables relativement à la création des races végétales.

transmises par les aïeux immédiats ou très rapprochés et dont la cause est leur *individualisme* propre, tel que nous venons de le définir, il est des causes de variations qui se font sentir sur l'individu lui-même en dehors de la transmission héréditaire directe, et dont il faut chercher en grande partie l'origine et la raison d'être dans le mode d'alimentation, l'âge, le milieu, les conditions morales que subit chaque être, etc. C'est une vérité banale que l'individu et la race se mettent lentement en harmonie avec les conditions où ils sont appelés à vivre, et qu'ils dérivent une partie des forces d'organisation dont ils disposent pour développer les organes destinés à les protéger. Les moutons se couvrent de poils dans l'Afrique équatoriale où il fait chaud; au Thibet où il fait froid, les chèvres, les chiens et les chats ont une toison fine et laineuse. Le têtard de grenouille que l'on maintient au fond de l'eau accroît ses branchies et ne prend pas de poumons contrairement à ce qui se passe lorsqu'il vient respirer à l'air. De même chez les plantes : la culture a transformé la forme et la qualité des racines pivotantes ou fibreuses du céleri, de la carotte, de la betterave et en a fait des racines charnues, diverses de goût et de couleur; les fruits de nos arbres fruitiers ont été diversifiés d'aspect, de grosseur, de goût, de précocité, etc. Mais, chez les plantes en particulier, outre ces lents changements introduits par la culture et la sélection, il s'en produit souvent de rapides, d'individuels, d'accidentels dont on sait profiter pour créer d'emblée des races. Une graine donne, lorsqu'elle est semée dès qu'elle atteint sa maturité, des individus remarquablement développés; la même graine conservée ou *reposée* pourra donner des individus nains. Ici on a pris sur le fait la cause médiate de la variation; d'autres fois elle échappe complètement. Chez certains *aralia* à trois folioles, on observe quelquefois le développement de rameaux ne présentant que des feuilles simples. La rose *à feuilles de chanvre*

s'est produite tout à coup, dans la collection des rosiers du jardin du Luxembourg, sur un *rosa alba* à feuilles alternes, comme le sont celles de toutes les plantes de cette famille, tandis que la *rosa cannabifolia* possède des feuilles opposées.

Notre but n'est pas de rechercher ici l'origine apparente ou les causes médiates de ces variations individuelles qui par une ingénieuse utilisation finissent en se superposant par créer l'atavisme, mais bien plutôt de montrer comment ces variations se traduisent dans l'intimité de l'être et quel est le mécanisme réel de leur production, de leur constance et de leur transmissibilité. Toutefois, avant d'aller plus loin, et pour ne pas laisser l'esprit en suspens, je citerai quelques faits pour éclairer et définir l'intéressante question des causes apparentes ou médiates qui déterminent ces variations individuelles. Chez les animaux, en dehors des actions imputables au milieu : alimentation, température, lumière, eau, air, pression, etc., nous connaissons bien peu de choses précises sur ces influences apportées par la génération ou l'hérédité. Mais quelques faits incontestés que nous allons rappeler vont nous faire entrer au cœur même du sujet. Nous savons (et les exemples n'en sont pas très rares dans l'espèce humaine) que l'impression du liquide fécondateur mâle ne se fait pas seulement sentir sur l'ovule fécondé, mais aussi sur l'ovaire et peut-être sur l'organisme maternel tout entier. Tout le monde sait que lorsqu'une jument s'est accouplée une seule fois avec un âne, si elle a mis au monde un mulet et que plus tard elle soit fécondée par un cheval étalon, elle donne des poulains ayant les oreilles et divers autres traits de ressemblance de l'âne qui l'avait saillie une première fois. Si une chienne a été fécondée par un chien de race étrangère, les portées qui proviennent ensuite de chiens de sa race contiendront généralement quelques petits appartenant à la race du mâle étranger qui l'avait d'abord imprégnée.

L'influence de l'élément fécondateur s'est donc pour ainsi dire répandue dans chaque cellule de la mère ou du moins dans les cellules immédiatement en contact, dans son ovaire, avec celles qui ont été réellement fécondées. La semence mâle les a modifiées, impressionnées, soit sous forme de transmission de mouvement, soit sous celle de transmission de matière.

Nous voyons apparaître chez les végétaux un phénomène de même ordre. D'après Darwin, lorsqu'on greffe des branches d'une variété à feuilles panachées sur une souche de même espèce, mais à feuilles ordinaires, cette souche produit parfois, ailleurs que sur le greffon panaché, des bourgeons portant des feuilles à panachures. Ici le tissu cellulaire d'une race végétale, et non son pollen, a suffi pour hybrider *au contact* les tissus d'une race distincte. Nous voyons clairement dans ces cas les causes qui avaient produit l'hybridation ou la panachure, qu'elles soient attribuables à la pollinisation ou à des variations individuelles imputables au milieu extérieur, agir notoirement sur un autre individu par l'intermédiaire des cellules d'un ascendant une première fois impressionnées ou modifiées.

Ces quelques exemples nous montrent déjà que ces variations de races dues au milieu extérieur, à l'alimentation, à l'âge, à la fécondation, etc., ne se bornent pas simplement à des variations dans les formes anatomiques apparentes, mais qu'elles se font sentir jusque dans la profondeur des cellules de l'être modifié et que les influences plus ou moins définitives qu'elles traduisent ont même transmis à ces cellules l'aptitude à reproduire ces modifications de race lorsque les circonstances sont favorables à cette transmission. Bien plus, dans un même individu végétal chaque cellule peut avoir reçu une impression spéciale et souvent différente de celle de la cellule voisine. Il existe des oranges à côtes de citron que l'on obtient en faisant agir le pollen du citronnier sur

les fleurs de l'oranger; M. Naudin a vu des capsules de datura épineuses d'un côté, c'est-à-dire appartenant au type *stramonium*, et lisses de l'autre, par conséquent du type *lævis*. (Verlot, *Production et fixation des variétés*. Paris, 1865; p. 14.) K. Bridgmann a publié dans les *Annales des sciences naturelles*, 4e série, t. XVI, p. 367, un mémoire sur *l'influence de la nervation dans la reproduction des monstruosités chez les fougères*, mémoire qui démontre de la façon la plus évidente que chaque cellule d'une fronde végétale jouit de ses caractères héréditaires exclusifs à la portion limitée du végétal d'où provient cette cellule. La nervation dans ces monstruosités, dit l'auteur, étant inconstante, variable suivant les régions de la fronde où on l'examine, et la production de sporanges étant intimement liée avec elle, on a pensé qu'on reproduirait les monstruosités avec les spores des parties déformées, et qu'on aurait des fougères normales avec les spores des parties normales d'une même fronde, en partie monstrueuse, en partie normale. C'est ce que l'expérience directe démontra : les formes de fougères normales se produisirent avec les spores de la partie normale, les formes monstrueuses avec celles recueillies sur la partie monstrueuse d'une même fronde.

Nous voyons, d'après ces diverses observations et expériences, les variations d'un végétal, dérivées de circonstances mal définies, frapper toutes ou partie de ses cellules, et celles-ci passer l'aptitude à transmettre cette variation aux cellules et spores qui en proviennent directement.

Les variations de races, et à plus forte raison d'espèces, ne portent donc pas seulement sur les formes anatomiques et sur les fonctions physiologiques qui en dérivent; elles s'impriment d'une façon spécifique, souvent variable d'un point à l'autre, dans chacune des dernières cellules du nouvel être et leur transmettent l'aptitude à développer ces mêmes variations

chez d'autres êtres soit par génération, soit par simple contact.

Nous allons faire un pas de plus, un pas important, et montrer que la variation transmise à la cellule n'a pas seulement modifié sa forme anatomique et à quelques égards ses fonctions, mais qu'elle a modifié jusqu'aux principes immédiats dont elle est formée et que quelques-uns de ses matériaux chimiques (on verra plus loin lesquels) se sont modifiés, transformés et comme adaptés aux besoins du nouvel être.

L'une des variations moléculaires les plus remarquables parce qu'elle frappe immédiatement le regard, est la variation de coloris. Dans le semis d'une graine prise sur un même pied chez une espèce apte aux variations, si l'on marque les individus qui présentent des variations anatomiques légères telles que port, feuillage, hâtiveté, etc., on voit souvent la fleur que portent plus tard ces individus se colorer d'une autre teinte que celle de la généralité des fleurs des pieds de ce même semis. Si, comme il arrive quelquefois, chez la plante ainsi mise en observation, la teinte de la fleur reste cependant la même, il suffira de la laisser grainer, et de semer ces graines l'année suivante, pour constater que la variation de coloris se produit cette fois et s'accentue sur un grand nombre de pieds issus de l'individu dont les variations anatomiques s'étaient accusées dès l'année précédente. Certaines fleurs rouges passent ainsi par des variétés roses, violettes, lilas, bleues et blanches sans passer par le jaune (*série cyanique* de De Candolle. Exemples : *Cyclamen*, *syringa*, *dictamus*, *vinca rosea*, *erica vulgaris*, *linaria bipartita*, *viola odorata*, *aconitum napellus*, *linum perenne*, etc.). D'autres passent du rouge à l'orange, au marron, au jaune, puis au blanc, mais sans passer par le bleu (*série xanthique*. Exemples : *Mimulus luteus*, *chrysanthemum coronarium*, *primula acaulis et elatior*, *dahlia variabilis*, *begonia*). Dès que le blanc est obtenu, les variations de couleur semblent devenir

presque stationnaires, à moins de recourir à l'hybridation. Il est digne de remarque que les couleurs jaunes et bleues ne se trouvent généralement pas dans la même espèce, ni la même plante; les jacinthes de Hollande et les iris font toutefois exception à cette loi.

Dans tous ces cas, la variation de couleur montre bien que chez ces espèces la matière colorante, au moins, a été modifiée soit par l'hybridation, soit par les influences du milieu, et que la variation de cette partie des matériaux chimiques de la plante est corrélative des modifications anatomiques et physiologiques subies par le végétal.

On ne saurait douter que les influences extérieures qui agissent sur le pollen ne soient, en partie, la cause médiate de ces variations de couleur. Pour les petunias, et autres plantes dont on veut faire varier le coloris, on coupe les fleurs avant que le pollen ne soit tout à fait mûr, on les met en case, on les soumet à l'insolation, et l'on recueille, alors seulement, le pollen qui doit servir aux fécondations artificielles. Par cette pratique, le pollen a subi une transformation dans son mode de nutrition; elle a eu pour conséquence une modification de ses propriétés physiologiques et moléculaires. Le pollen que l'on a longtemps conservé, chauffé, etc., est donc apte à transmettre de nouvelles variations.

Tous les savants horticulteurs que j'ai consultés au sujet de l'influence de la pollinisation m'ont assuré que le pollen influe surtout sur la couleur, le goût, la forme du fruit; que d'autre part le porte-ovule, ou la mère, imprime à la plante le facies, le port, la vigueur, la rusticité, tout en ayant aussi son influence, mais à un moindre degré, sur la couleur de la fleur et des feuilles.

Quelle que soit l'origine de ces modifications de couleur, il reste établi qu'un des principes immédiats de la plante peut varier profondément sous l'influence des variations subies par le pollen ou même par l'organisme adulte porteur de fleurs ou de fruits.

Des études que j'ai faites depuis longtemps déjà sur les matières colorantes de la vigne sont venues m'éclairer sur les profondes modifications que la culture, le milieu ou le choix du pollen, impriment aux principes immédiats eux-mêmes appelés à concourir à la formation du nouvel être, de la nouvelle variété ou de la nouvelle race.

Les botanistes s'accordent pour regarder les divers cépages de la vigne européenne (*vitis vinifera europea*) comme des variétés d'une même espèce végétale lentement produites par la sélection, la culture, et la pollinisation. Cette variation presque indéfinie d'une même espèce, cultivée depuis des milliers d'années, a eu ce résultat non seulement de faire varier l'aspect, la forme et le goût du fruit de la vigne, l'époque de sa floraison et de sa maturation, les quantités relatives de sucre, d'acides, de tannins, de couleur, de ses fruits et des autres parties du végétal, la forme des rameaux et des feuilles, la rusticité de la plante, etc., mais chacun de ces changements anatomiques apparents ont été corrélatifs d'une modification plus ou moins profonde des molécules chimiques elles-mêmes. Pour ce qui est des matières colorantes de la vigne, tout en appartenant à un même type, toujours assez semblable à lui-même pour qu'on les ait confondues entre elles jusqu'à ces recherches, elles ont tellement varié que, tandis que quelques-unes sont solubles dans l'eau, d'autres sont insolubles; que les unes sont cristallisables, d'autres pas; que les unes précipitent en bleu les sels de plomb, d'autres en vert; que quelques-unes sont azotées alors que la majeure partie ne l'est pas, etc. D'une manière générale on peut affirmer, d'après mes expériences, que non seulement chaque variété de vigne a vu naître et se fixer en elle une espèce chimique colorante nouvelle, mais que cette espèce colorante elle-même est précédée dans la feuille d'une substance colorigène de la nature des catéchines, qui porte une partie de radicaux organiques qui entre-

ront plus tard dans la constitution de la matière colorante du fruit. Celle-ci constitue un véritable tannin, en partie élaboré dans la feuille, mais qui se complète dans la pellicule du raisin par l'addition d'une dernière copule organique avec oxydation concomitante.

Sans donner ici le détail de mes longues études à cet égard et de mes analyses, je rappellerai que j'ai retiré de la variété de raisin dite *carignan* une matière colorante rouge principale répondant à la formule $C^{21}H^{20}O^{10}$ (ou à un multiple) et une matière secondaire correspondant à la formule $C^{22}H^{24}O^{10}$ isologue, on le remarquera, de la précédente. J'ai extrait du cépage dit *grenache* une substance colorante nouvelle qui diffère des deux précédentes par plusieurs propriétés et répond à la formule $C^{23}H^{22}O^{10}$. Du raisin et du vin d'*aramon*, j'ai retiré une matière colorante qui répond exactement à la formule $C^{23}H^{18}O^{10}$, isologue des précédentes et tout à fait différente de celle du grenache par ses réactions colorantes, entre autres par son sel de plomb qui est vert olive au lieu d'être bleu indigo. On sait que, de tous les cépages connus, le *teinturier* est celui qui fournit le vin le plus coloré ; contrairement à ce qui se passe pour la plupart des autres raisins, sa matière colorante principale est très soluble dans l'eau, et avant toute fermentation, le jus de son fruit est rouge sang veineux ; son vin est si riche en tartre et en tannin qu'il en est imbuvable. J'ai extrait et analysé la matière colorante insoluble, ou peu soluble, du teinturier et lui ai trouvé la composition $C^{22}H^{20}O^{10}$ assez rapprochée, on le voit, de celle de la couleur du carignan $C^{21}H^{20}O^{10}$. Enfin, j'ai analysé la matière colorante d'un cépage qui commence à être assez répandu dans le midi de la France : je veux parler du *Petit-Bouschet*. Je lui ai trouvé la composition $C^{45}H^{36}O^{20}$ [1]. Ajoutons

1. L'étude des sels des matières colorantes des vins, véritables acides tanniques que j'ai appelés *acides œnoliques*, démontre qu'il faut doubler leurs formules et écrire par exemple : $C^{42}H^{40}O^{20}$ et non $C^{21}H^{20}O^{10}$.

enfin que la matière colorante du cépage bourguignon le *gamay*, analysée par M. Glénard, répond à la formule $C^{20}H^{20}O^{10}$.

Ainsi qu'on le voit, chaque variété de vigne produit sa matière colorante spéciale, et quelquefois plusieurs matières colorantes à la fois. Les causes qui ont fait varier la plante et créé ses multiples races ont en même temps modifié l'une au moins de ses espèces chimiques intégrantes. Si l'on en juge par quelques observations qualitatives que je possède, elles ont aussi transformé du même coup dans chacun de ces divers cépages d'autres substances constituantes du végétal telles que tannins, catéchines, matières odorantes et sucrées, etc.

Mais ces recherches m'ont conduit encore à un autre résultat que je dois aussitôt signaler. Dans le cas de la vigne, et plus généralement des divers végétaux, puisque les variations de race dues à l'hybridation d'une variété par une autre, produisent des variations, accessibles à l'analyse, du pigment coloré produit par chacune de ces variétés, on peut se demander si la matière colorante de l'hybride est identique à celle de la variété qui a fourni le pollen, ou bien si elle l'est à celle de la variété porte-ovule; si au contraire cette matière colorante est intermédiaire de celles de ses deux générateurs; ou bien enfin si elle est restée sans rapports apparents ou réels de composition avec les matières colorantes des ancêtres paternels ou maternels.

Le *Petit-Bouschet* fut choisi par moi pour résoudre cette délicate question. Cette race résulte du semis de graines obtenues en faisant agir le pollen de l'aramon sur les ovules du teinturier dont les fleurs avaient été préalablement privées de leurs étamines. Ce cépage, dont l'origine est historiquement bien connue[1], se trouve ainsi descendre par une filiation régulière des deux cépages

1. Il fut créé de 1840 à 1850 par M. Bouschet-Bernard, habile viticulteur de Montpellier.

méridionaux les plus dissemblables au point de vue de leurs formes végétales, de l'époque de leur floraison, de la qualité de leurs fruits, de la nature de leurs vins respectifs.

Ici, que l'on me permette de rapporter les chiffres mêmes de mes expériences. J'ai trouvé pour la composition des matières colorantes de l'*aramon,* du *teinturier* et du *Petit-Bouschet* les nombres suivantes :

Matière colorante du teinturier.			*Matière colorante de l'aramon.*			*Matière colorante du Petit-Bouschet.*		
C	59,55	59,50	C	60,92	60,81	C	60,18	60,16
H	4,37	4,40	H	4,01	3,98	H	4,29	4,31
O	36,08	36,10	O	35,07	35,09	O	35,53	35,53
	100,00	100,00		100,00	100,00		100,00	100,00

Inutile de dire que ces trois matières colorantes, parfaitement pures, ont été préparées et analysées avec tous les soins que comportent la solution de ces délicats problèmes. Elles avaient subi une dessiccation dans le vide sec à la température de 120°.

Or, si l'on prend la moyenne des nombres trouvés pour la composition centésimale de la matière colorante de l'aramon ($C = 60,86$; $H = 4,06$) et si on l'additionne à la moyenne des nombres trouvés pour la composition de celle du teinturier ($C = 59,12$; $H = 4,39$), puisqu'on divise le résultat par 2 pour avoir la composition de la couleur moyenne de ces deux cépages, on trouvera les nombres suivants :

$$C = 60,10$$
$$H = 44,22$$
$$O = 35,59$$

c'est-à-dire presque identiquement les chiffres qui répondent à mes analyses de la matière colorante du Petit-Bouschet. La compo-

sition de la matière colorante de ce cépage est donc la moyenne arithmétique de celle de ses deux générateurs. Chacun de ceux-ci a donc apporté en puissance, l'un avec le pollen, l'autre avec l'ovule, la faculté du nouveau végétal à produire sa nouvelle matière colorante, et celle-ci est une espèce chimique nouvelle qui tient par égale part des espèces chimiques génératrices paternelle et maternelle.

On pourrait objecter, il est vrai, que la couleur du Petit-Bouschet résulte peut-être du mélange, molécule à molécule, des couleurs des deux cépages qui ont concouru à le former. Mais à cette objection je répondrai que : 1° Chacun des cépages de nos vignes européennes ayant été produit dans des conditions analogues à celles qui ont donné naissance au Petit-Bouschet, leurs matières colorantes devraient, dans l'hypothèse ci-dessus, être formées du grand nombre des matières colorantes superposées des générateurs antérieurs; or c'est ce qui n'est pas. 2° Dans le cas spécial de la couleur du *Petit-Bouschet*, on devrait, par des précipitations fractionnées à l'acétate de plomb, obtenir dans l'hypothèse d'un mélange des couleurs paternelles et maternelles, d'abord le sel de plomb vert qui correspond à la matière de l'aramon, puis le sel bleu foncé qui correspond à celle du teinturier, ce qui n'a jamais lieu. Le sel de plomb est tout entier homogène et d'un bleu indigo foncé.

La matière colorante du Petit-Bouschet est donc une espèce nouvelle comme la race nouvelle qui l'a produite; elle dérive de ses deux générateurs colorants et en tient par égale part.

Telle est la réponse qu'a donnée l'expérience à une question qui touche aux causes, encore si profondément obscures, d'où résultent les variations des êtres vivants, l'influence que chacun des sexes exerce dans la génération. Cette influence a été, dans ce cas, nettement définie et mesurée, non par les variations de formes et d'organes de l'être résultant, mais par l'ana-

lyse et les rapports de composition de l'un tout au moins des principes immédiats qui concourent à la formation du nouvel être par rapport à la composition et aux caractères correspondants des principes semblables des deux ascendants. Je pense que c'est là le premier exemple, la première tentative faite jusqu'à ce jour, pour aborder par l'analyse et la balance, la mesure des effets des variations des êtres vivants, comparés aux éléments de variations antérieurement contenus dans les ancêtres et transmis par génération.

Ces études difficiles relatives aux variations des matières colorantes produites par la vigne, — études auxquelles, à cause même de l'intérêt et de l'importance du résultat que je pressentais, j'ai consacré bien des années et beaucoup de réflexions, — vont nous permettre d'aller plus loin et de saisir peut-être la nature même et la cause de la différenciation des forces dont nous parlions au début de ce mémoire : celle de l'*atavisme*, qui maintient l'individu dans la ligne ancestrale, et celle de l'*individualisme,* qui tend à l'en faire sortir et à le particulariser.

Reprenons ces matières colorantes des vins, et pour les bien connaître et les différencier, ne nous contentant plus de l'analyse, soumettons-les à l'action des réactifs et étudions leur constitution et leurs dérivés. Ces nouvelles considérations nous éclaireront singulièrement et nous feront voir les derniers rouages de ce mécanisme caché d'où résultent l'espèce, la variété et peut-être l'individu lui-même.

Sous l'influence de l'hydratation provoquée par la potasse, toutes les matières colorantes de la vigne se dédoublent, ainsi que je l'ai démontré ailleurs pour donner deux *termes constants : la phloroglucine* $C^6H^6O^3$ et l'acide *protocatéchique* $C^7H^6O^4$, quelquefois l'acide *hydroprotocatéchique* $C^7H^8O^4$). En même temps que ces deux principes constants, il se forme un sel de potasse à acide gras *de nature variable*. La réaction qui dédouble toutes ces matières

colorantes se passe donc, pour chacune d'elles, suivant une équation telle que la suivante relative au pigment du gamay :

$$C^{21}H^{20}O^{10} + 2KHO = 2C^{6}H^{6}O^{3} + C^{7}H^{5}O^{4}K + C^{2}H^{3}O^{2}K + H^{2}$$

Couleur du gamay.	Potasse caustique.	Phloroglucine.	Protocatéchate de potasse.	Acétate de potasse.

Toute autre substance colorante du raisin donnera de la phloroglucine, du protocatéchate ou de l'hydroprotocatéchate de potasse, que j'ai obtenu aussi dans ces réactions, mais en même temps il refera du propionate ou du butyrate de potasse, en place de l'acétate qu'avait produit le gamay dans la réaction précédente. La substance colorante du grenache $C^{23}H^{22}O^{10}$, par exemple, se dédoublera en phloroglucine, acide protocatéchique et acide crotonique :

$$C^{23}H^{22}O^{10} + 2KHO = 2C^{6}H^{6}O^{3} + C^{7}H^{5}O^{4}K + C^{4}H^{5}O^{2}K + H^{2}$$

Couleur du grenache.	Potasse caustique.	Phloroglucine.	Protocatéchate de potasse.	Crotonate de potasse.

Ainsi, dans ces diverses substances, la phloroglucine et le noyau benzénique contenu dans l'acide protocatéchique se dégageront toujours de ces molécules[1] : c'est à cette partie *constante* de la molécule que ces diverses matières colorantes doivent leur analogie et leur commune constitution. Mais autour de ces noyaux constants, des radicaux divers *acétyle, butyryle, propionyle, crotonyle,* etc., ou de l'hydrogène surajouté, viennent, dans chaque cas, modifier la molécule et, tout en lui conservant son type général, créer ainsi ces variétés de substances colorantes, homologues ou isologues que nous trouvons dans chaque cépage.

Telle est la loi qui régit la constitution de ces matières et

1. Ces molécules paraissent contenir la phoroglucine unie à l'acide caféique ou à des acides homologues et isologues de l'acide caféique, dans lesquelles le radical acétyle, que l'on sait exister dans cet acide, est remplacé par des radicaux divers, butyryle propionyle, crotonyle, etc.

explique, à la fois, leurs caractères spécifiques communs ou de famille, et leur particularisation. Chacun de ces édifices est bâti sur le même plan. La phloroglucine, unie à un acide aromatique analogue à l'acide caféique ou cinnamique, en forme la charpente commune, et de cette association construite toujours sur un même plan, résulte la constance des propriétés générales et par conséquent les caractères de famille de ces diverses substances.

Mais autour de cet édifice moléculaire dont le plan général est ainsi défini et constant, viennent se greffer des parcelles variables, à peu près comme viennent, autour d'une construction gothique ou romane construite dans un style et sur un plan uniforme, s'adjoindre des nefs latérales, des tourelles et des clochetons, ou comme autour d'un motif musical viennent s'adjoindre, pour le compléter et l'embellir, des modulations secondaires et des variantes. Dans chacune des matières colorantes produites par la vigne, la phloroglucine reste toujours unie à un acide aromatique dont l'acide caféique est le type; mais, autour de la charpente commune de ces molécules, et en particulier de cette partie que la potasse dédouble en acides aromatiques, des radicaux non aromatiques divers viennent se remplacer les uns les autres, et faire légèrement varier les propriétés secondaires, la composition centésimale, mais non le type et les propriétés les plus générales de ces édifices moléculaires.

Telle est, poursuivie sur l'une des substances qui viennent composer l'espèce *vigne*, l'analyse chimique complète du phénomène de la variation. Le type végétal de l'espèce se maintient tout en gardant une élasticité suffisante pour produire des races distinctes, et nous voyons cette stabilité de l'espèce s'accompagner de la stabilité du type chimique de sa matière colorante; quant aux variations de race, elles se traduisent aussitôt dans les annexes de

la molécule colorante qui varient avec chaque race et traduisent ainsi les variations secondaires de l'espèce.

Si nous passons d'une espèce à l'autre, la nature spécifique et les types sur lesquels sont construites un grand nombre des espèces immédiates intégrantes de chaque espèce varieront profondément. Au contraire, tant que sera maintenu l'édifice d'une espèce végétale ou animale ; le plan général invariable de sa structure organique se traduira par l'identité du type chimique de ses molécules spécifiques ; mais chacune des variations de race, traduites par les variations de leurs molécules spécifiques intégrantes, ne toucheront qu'aux annexes de la molécule, elles respecteront son type moléculaire général.

La force qui maintient l'espèce et qui lui donne son caractère de constance et de résistance, en un mot, sa force *atavique*, semble donc n'être que la résultante des forces qui maintiennent les *espèces chimiques* dont elle est formée. La raison d'être des races ou de l'*individualisation*, c'est, au contraire, la facilité plus ou moins grande que possèdent ces molécules spécifiques essentielles de varier légèrement, en s'annexant des radicaux secondaires divers. La stabilité du type moléculaire général, l'instabilité des variations secondaires qu'il peut subir, expliquent bien à la fois la raison d'être et la puissance de l'atavisme, la nature et l'instabilité des variations d'où procèdent les races et les individus.

Dans l'analyse minutieuse que nous venons de faire, la balance et les réactifs à la main, du mécanisme des variations de l'espèce vigne, nous n'avons, il est vrai, scruté avec soin que celles qui nous sont révélées par les variations de l'un des principes immédiats de ce végétal : sa matière colorante. Mais, sans creuser aussi profondément le sujet sur d'autres points, nous l'avons examiné au point de vue de quelques autres matières constituantes, telles que la substance colorigène, les tannins, produits

dans la feuille. Sur d'autres végétaux, nous nous sommes assuré que les variations de l'espèce étaient généralement traduites par des variations de plusieurs de leurs principes chimiques constituants. Toutefois, jusqu'ici rien ne nous autorise à penser que la variation de l'espèce végétale ou animale ou même le passage d'une espèce à l'autre, fasse varier *toutes* les substances constitutives de ces êtres; bien au contraire. Il est des matières spécifiques propres à telle ou telle espèce, celles-là sont variables; il en est d'autres, comme l'amidon, le sucre, les albumines, certains acides, la chlorophylle peut-être, qui sont communes à une foule d'espèces, et il est bien naturel de conclure d'avance que cette communauté même est la meilleure démonstration qu'en passant d'une espèce à l'autre, et à plus forte raison d'une variété à l'autre, celles-ci ne changeront pas. Encore devons-nous faire, à ce sujet, quelques réserves. L'on sait, par exemple, que la matière amylacée se présente, suivant l'espèce d'où on l'extrait, tantôt sous forme d'amidon ordinaire apte à donner un sucre dextrogyre en s'hydratant, tantôt sous forme d'inuline apte à produire de la levulose par le même mécanisme. J'ai remarqué de même qu'en passant des acotylédonées aux monocotylédonées et de celles-ci aux dicotylédonées, la chlorophylle varie sensiblement. Chez les acotylédonées où je l'ai étudiée, et tout particulièrement dans la fougère mâle, cette chlorophylle est d'une telle sensibilité à la lumière qu'elle se transforme sous les yeux du chimiste qui veut l'extraire, et que je n'ai pu en faire une bonne analyse. Chez les monocotylédonées, elle présente une composition et des propriétés un peu différentes de celle des dicotylédonées. J'ai trouvé, dans les dicotylédonées (épinards), une chlorophylle répondant exactement à la formule $C^{19}H^{22}Az^{2}O^{3}$. Des analyses que j'ai tirées d'une excellente thèse pour le doctorat ès sciences, soutenue à la Sorbonne en 1850 par M. S. Morot, ancien élève de l'École normale supérieure, m'ont

donné, pour la chlorophylle de la mauve, des nombres répondant à la formule $C^{18}H^{20}Az^{2}O^{3}$. Il est remarquable de voir que cette substance fondamentale des végétaux ne diffère, en passant d'une *chenopodée* à une *malvacée*, que par le terme CH^{2}, en un mot, que ces deux chlorophylles sont homologues mais non identiques.

Si nous passons maintenant à la chlorophylle d'une monocotylédonée, la différence devient plus profonde. Celle que Hoppe-Seyler a extraite des graminées, et à laquelle il donna le nom de *chlorophyllane,* répond (abstraction faite des cendres) à la composition $C^{30}H^{46}Az^{2}O^{3}$ ou $C^{30}H^{44}Az^{2}O^{3}$. Cette dernière formule, tout en s'éloignant des précédentes, diffère de $C^{18}H^{20}Az^{2}O^{3}$ par le terme $C^{12}H^{24}$. La chlorophylle des monocotylédonées est donc encore homologue des précédentes, tout en étant beaucoup plus riche qu'elles en carbone. Il est bon de tenir compte de cette observation à propos des variations des espèces végétales. Il semble que les substances fondamentales, celles qui dans un grand nombre d'espèces sont chargées de fonctions communes : les amidons, les sucres, les acides, la chlorophylle, diffèrent quelquefois légèrement en passant d'une espèce à l'autre, mais que le plus souvent cette différence ne porte que sur le pouvoir rotatoire,sur le sens de ce pouvoir, sur le rang de ces substances à fonction commune dans la série homologue, etc. ; en un mot, ces substances appartiennent aux mêmes familles chimiques et ne diffèrent entre elles que par des propriétés superficielles : le type de leur structure moléculaire reste à peu près constant.

Nous en dirons autant des substances albuminoïdes. Elles ne paraissent pas différer profondément lorsqu'on passe d'un végétal ou d'un animal à l'autre. C'est que, pour accomplir des *fonctions communes* à un grand nombre d'espèces, il n'est besoin que d'un organisme chimique *analogue ou constant.* La contractilité des muscles striés étant commune à un grand nombre d'espèces

animales, le muscle sera chez toutes formé à peu près de la même matière contractile et aura la même composition. Chez tous les animaux à sang rouge, la sérine et l'hémoglobine du sang remplissant le même rôle, ces substances ne se différencieront pas notablement. Il en sera de même de l'osséine et de la cartilagéine des os et des cartilages. Mais l'on aurait tort de penser que cette grande analogie de propriétés, corrélative de l'analogie des fonctions, comporte et entraîne l'identité. L'albumine de l'œuf de poule est sensiblement différente de celle de l'œuf de canard et de l'œuf de dinde, du moins par ses propriétés physiques, et nous pouvons affirmer, d'après quelques expériences personnelles, que la chair musculaire des animaux à sang froid, du poisson par exemple, n'est pas la même que celle des animaux à sang chaud. Bien mieux, l'on voit naître dans le tissu musculaire des mammifères de même espèce des variations bien inattendues corrélatives de l'âge, du mode d'alimentation, de l'état de fonctionnement de leurs organes, différenciations qui m'ont frappé depuis longtemps et dont je vais citer un exemple que je n'ai pas encore publié.

Si l'on prend la chair musculaire de deux bœufs, dont l'un a été lentement engraissé au pâturage, et l'autre soumis à l'engraissement rapide forcé avec les drèches et débris d'une usine de betterave, comme on le pratique souvent dans le nord de la France et l'Allemagne, non seulement les viandes de ces deux animaux différeront de saveur, de consistance, de propriétés superficielles, mais la nature même de la substance musculaire dont elles sont formées aura changé. Voici comment je m'en suis assuré. Que l'on prenne un poids égal de ces deux viandes bien dégraissées, et qu'après les avoir hachées on les mette en suspension dans un excès d'eau acidulée d'un millième d'acide chlorhydrique, la viande du bœuf lentement élevé au pâturage se dissoudra rapi-

dement et abondamment ; au contraire celle du bœuf soumis à l'engraissement forcé se dissoudra fort mal et très incomplètement; la majeure partie des tissus résistera à cette solution et ne se transformera point en syntonine. Cette viande de l'animal trop rapidement engraissé ressemble à celle du jeune veau, qui jouit de cette même propriété de résister à la syntonisation ou de ne se dissoudre que très difficilement et très incomplètement. Ainsi que je l'ai montré ailleurs, il s'établit dans les tissus vivants entre leurs albumines constituantes, l'eau du sérum où elles baignent, et les sels du milieu ambiant, des échanges continus qui adaptent sans cesse les protoplasmas et leurs principes immédiats constitutifs aux besoins de la vie des cellules et de l'être vivant tout entier.

Nous voyons maintenant toute la portée et la profondeur de ces paroles de M. Chevreul : « *Il est impossible de faire avec succès* « *aucune application un peu générale de la chimie à l'étude des* « *phénomènes des êtres vivants tant qu'on n'aura pas défini les* « *espèces des principes immédiats qui constituent les tissus et les li-* « *quides sièges des phénomènes qu'on veut étudier.* »

La cause première de la vie nous échappe ; mais nous venons de porter les yeux sur l'un de ses mécanismes les plus intimes : un organe, une cellule, un protoplasme, sont constitués par des molécules chimiques spéciales douées de fonctions propres, et chacune de ces molécules réagit et évolue suivant les conditions physiques et chimiques de son milieu et de sa constitution moléculaire. La chaleur et la force qui résultent de cette évolution sont employées par le protoplasme ou la cellule suivant une loi de fonctionnement, d'organisation et de reproduction dont nous constatons l'ordre et le but, mais dont la cause et la raison première nous échappent. C'est là, comme le dit M. Chevreul, qu'*est le mystère de la vie*. Encore voyons-nous ce mystère se résu-

mer dans la vie de la cellule, et celle-ci, vivant d'une vie propre, réagir suivant l'impulsion qui lui a été transmise soit par la génération, soit par le simple contact d'une cellule semblable qui l'avait reçue à son tour d'une cellule antérieure. Ce phénomène de transmission d'une tendance ou d'une impulsion d'une cellule à une autre cellule ou aux éléments qui la composent, n'a rien en soi de beaucoup plus mystérieux que le mécanisme de la transmission de la flamme d'une bougie allumée à une bougie éteinte, chez laquelle le contact des gaz enflammés détermine à son tour la production des gaz combustibles et l'inflammation, ou que le phénomène de la transmission de la force magnétique d'un barreau aimanté à un barreau d'acier inerte dont l'aimant fait, par son simple contact, un aimant semblable à lui-même.

DEUX

LETTRES INÉDITES DE LAVOISIER

PAR

M. ÉDOUARD GRIMAUX

Pendant son premier ministère, Necker, voulant diminuer le pouvoir absolu des intendants qui gouvernaient les provinces au nom du roi, proposa de confier à des assemblées locales des parties d'administration, *telles que la répartition ou la levée des impositions, l'entretien et la construction des chemins, le choix des encouragemens favorables au commerce, au travail et aux débouchés de la province en particulier*. Les assemblées provinciales devaient être complétées par une commission permanente dite *commission intermédiaire,* composée de membres auxquels l'Assemblée déléguerait le soin de poursuivre son œuvre pendant l'intervalle des sessions[1].

Le premier essai des assemblées provinciales se fit dans le Berry en 1778; puis successivement furent créées les assemblées du Dauphiné, de la Haute-Guienne et du Bourbonnais. La chute de Necker en 1781 arrêta ce mouvement de décentralisation qui

1. Léonce de Lavergne, *les Assemblées provinciales sous Louis XVI*. Paris, in-8°, 1864.

ne reprit qu'en 1787, époque à laquelle furent constituées les assemblées de la Champagne, de la Picardie, de l'Ile-de-France, de l'Orléanais.

Parmi les membres du tiers état qui composèrent l'Assemblée de l'Orléanais, on trouve pour l'élection de Romorantin : M. Lavoisier, écuyer, fermier général, membre de l'Académie des Sciences[1].

L'Assemblée où siégeaient aussi le comte de Rochambeau et l'abbé Sieyès tint une première session en septembre 1787, et une seconde plus importante en novembre et décembre de la même année. Les procès-verbaux témoignent du rôle prépondérant qu'y remplit Lavoisier; mais comme l'Assemblée avait décidé que les rapports seraient faits au nom des commissions, sans porter le nom des rapporteurs, la plupart des mémoires de Lavoisier sont anonymes, et c'est seulement dans ses manuscrits et sa correspondance qu'on peut se rendre compte de l'activité et du dévouement qu'il déploya soit pendant les sessions de l'Assemblée, soit au sein de la Commission intermédiaire dont il fut appelé à faire partie, après la session de décembre.

Tous les papiers de Lavoisier relatifs à l'Assemblée provinciale de l'Orléanais ont été donnés à la bibliothèque d'Orléans en 1838 par M. Léon de Chazelles, neveu de M[me] Lavoisier. Pendant plusieurs années ils furent inconnus des chercheurs, quand, en 1862, le savant conservateur de la bibliothèque, M. Loiseleur, les a tirés de l'oubli et en a donné l'analyse dans une communication faite à la Société archéologique d'Orléans.

Création d'une caisse d'épargne, d'un comptoir d'escompte, rachat des charges de finance, établissement de caisses de secours pour les cultivateurs, d'ateliers de charité et de mendicité,

1. *Procès-verbal de l'Assemblée provinciale de l'Orléanais.* Orléans, 1788, in-4°.

amélioration de la navigation de la Loire, encouragement au commerce et à l'industrie, protection de l'agriculture, abolition de la corvée, sort des enfants nouveau-nés, Lavoisier n'oublie aucune des questions qui intéressent le bonheur de la province; il les étudie toutes avec le même zèle, la même clairvoyance, le même désir de faire le bien; partout il imprime la marque de son génie et de son cœur.

J'ai passé plusieurs jours à Orléans à prendre copie de ce volumineux dossier; j'espère qu'il pourra être publié plus tard. Je me contenterai aujourd'hui d'en détacher deux lettres qui suffisent à montrer quel ardent amour de l'humanité animait ce grand esprit.

L'une d'elles, adressée à Vicq d'Azyr au nom de la commission intermédiaire, traite de la mortalité des enfants envoyés en nourrice dans les campagnes, question qui préoccupait déjà les philanthropes, et qui garde encore toute son actualité à un siècle de distance.

M. Vic Dazir, secrétaire perpétuel de la Société royale de médecine, rue des Petits-Augustins.

6 février 1788 [1].

Les premiers regards, Monsieur, que nous avons portés sur les établissemens de bienfaisance qui existent dans la généralité d'Orléans nous ont appris que, malgré les soins qu'on donne à l'éducation des enfans trouvés, la proportion de ceux qui périssent surtout dans la première année de la naissance est si effrayante qu'il est permis de douter si ces établissemens tels qu'ils existent ne sont pas plus nui-

1. Cette lettre est copiée sur la minute autographe. Les manuscrits d'Orléans renferment une copie du temps de la même lettre avec l'indication : « Orléans, 7 février 1788. »

sibles qu'utiles à leur sûreté. C'est surtout entre les mains des nourrices que cette grande mortalité a lieu et ce qu'il y a de plus fâcheux, c'est qu'une partie de ces enfans appartient en naissant au vice qui souvent se communique à la nourrice et porte la contagion dans les familles des campagnes.

On préviendroit ce dernier inconvénient et on arracheroit sans doute à la mort une partie des innocentes victimes si, comme l'a proposé M. de Chamousset, on pouvoit élever les enfans trouvés avec du lait de vache.

Nous n'ignorons pas, Monsieur, que les premières tentatives qui ont été faittes en ce genre n'ont pas été heureuses et que l'établissement fait au Château-Regnard par Madame de Fougeret n'a eu qu'un succès très équivoque, mais nous sçavons en même tems que Mme de Crosne s'occupe d'un nouvel essay en ce genre, qu'elle a prié la Société royale de médecine de le diriger et qu'elle a au moins de grandes espérances de succès.

Nous désirerions faire à Orléans une tentative du même genre et M. le président de Salabery, membre comme moi de la commission intermédiaire de l'Assemblée provinciale de l'Orléannois, a bien voulu se charger de la commencer à ses frais. En nous empressant de seconder des vues si patriotiques et si intéressantes pour l'humanité, nous avons espéré que la Société royale de médecine voudrait bien nous ayder de ses lumières et de son expérience, et c'est dans cet objet que nous avons l'honneur de vous écrire et que nous vous prions de lui communiquer cette lettre. Nous la prions donc de vouloir bien nous faire passer des instructions sommaires sur la méthode qui paroit promettre le plus de succès pour l'éducation des enfans sans le secours des nourrices et sur les attentions particulières qui ont le mieux réussi dans l'établissement dû aux soins de Mme de Crosne. Lorsque cette première instruction nous aura été adressée, nous la remettrons à M. le président de Salabery et nous espérons que vous voudrés bien lui permettre de s'adresser directement à vous pour les éclaircissemens ultérieurs dont il pourra avoir besoin.

La Société de médecine donne journellement trop de preuves de son dévouement au bien public pour que nous puissions douter de son

empressement à seconder les vues de bienfaisance et d'humanité qui animent M. le président de Salabery.

Nous avons l'honneur d'être parfaitement, Monsieur, vos très humbles et très obéissans serviteurs,

Les députés composant la commission intermédiaire de l'Assemblée provinciale de l'Orléannois.

Obligé de quitter Orléans, et de retourner à Paris, Lavoisier n'en continua pas moins à s'occuper des intérêts de l'Orléanais, et resta en correspondance avec ses collègues de la commission intermédiaire. C'est ainsi qu'il leur écrivait en 1788, probablement après l'annonce de la convocation des États généraux, la lettre suivante que je copie sur la minute autographe :

MM. les membres de la commission intermédiaire de l'Assemblée provinciale d'Orléans.

Expédié le 20.

Messieurs,

Je n'ay jamais tant regretté de ne pouvoir partager vos travaux et vos fonctions qu'au moment où j'ay reçu l'adresse de remerciemens que vous venés de faire au Roy relativement au bienfait qu'il vient d'accorder à la nation. Fixé à Paris par de grands intérests, j'ay eu le bonheur de n'y être pas entièrement inutile à la chose publique. Vous en jugerés, Messieurs, par la lecture de la motion cy-jointe et des déclarations qui l'accompagnent.

Nous avons eu la satisfaction de voir qu'il s'établit dans ce moment un grand concours de volontés qui tendent toutes à la maturation des affaires. S'il s'élève promptement autour du trosne des réclamations contraires à l'opinion générale, elles sont ardemment dictées par l'intérêt et par le préjugé. La nation est trop éclairée aujourd'huy pour ne pas sentir qu'elle se doit au bonheur du plus grand nombre, que s'il

étoit permis de faire des exceptions en faveur de quelque ordre de citoyens, surtout en matière d'impôt, ce ne pourroit être qu'en faveur du pauvre et que l'inégalité de répartition ne peut être tolérable que lorsqu'elle est au préjudice du riche.

Nous nous sommes réunis bien des fois, Messieurs, pour défendre la cause du peuple, nous le sommes encore aujourd'huy de cœur et d'intention, mais avec cette différence que nous paroissions lutter alors contre l'oppinion la plus générale et qu'aujourd'huy elle se réunit à nous. Les lettres de convocation partiront sous huit jours du moins pour les pays d'élection ; à l'égard des pays d'état, il paroit qu'on n'a point encore de parti arretté.

J'ay l'honneur d'être avec le plus respectueux attachement...

LES « PRODUITS »

EN ANATOMIE GÉNÉRALE

PAR

M. G. POUCHET

L'intérêt qui s'est porté depuis quelques années sur les phénomènes dynamiques dont est le siège le corps cellulaire en scission ou gemmation, a quelque peu détourné l'attention de l'étude des parties non cellulaires de l'organisme, rares ou nulles chez les végétaux, généralement abondantes chez les animaux. Ces substances sont un objet légitime d'investigation anatomique au même titre que les éléments cellulaires mêlés à elles. Mais il est arrivé que certains auteurs qui s'en sont occupés longuement, par faute de connaissances biologiques générales, ou pour avoir envisagé ces parties dans une seule classe d'animaux, ont commis sur elles des erreurs grossières, sont tombés dans d'inextricables confusions. Nous nous sommes proposé de passer ici rapidement en revue toutes les substances faisant partie ou dérivant de l'organisme des animaux, en dehors des cellules qui les constituent et de leurs dépendances immédiates, tels que prolongements variés, fibres lamineuses, cylindraxes, etc.; en dehors également des éléments anatomiques tubuleux ou autres formés manifestement

de corps cellulaires soudés, tels que les fibres musculaires striées, la gaine de Schwann, etc.

Notre but est de montrer comment on peut, dans l'état actuel des sciences, grouper toutes ces substances organiques extra ou intercellulaires, et quelle est leur véritable signification anatomique. Aussi bien ne tenterons-nous pas d'en donner une classification rigoureuse: c'est en anatomie autant qu'en zoologie un idéal dont on ne peut pas même espérer d'approcher assez pour que l'esprit y trouve une satisfaction véritable. La vie est faite de nuances; les groupements moléculaires de la substance organisée et ses conditions d'existence dans le milieu présentent un nombre infini de variétés, de passages et rendent à peu près impossible d'y marquer des délimitations qui ne soient pas grandement arbitraires. Nous ne pouvions songer à tracer un cadre méthodique où toutes ces substances, dont le nombre est considérable, auraient trouvé leur place. Nous en avons même omis de parti pris un certain nombre, dont la nature ou l'origine restent incertaines[1]. Il suffira de celles que nous signalons: on pourra y rapporter les autres.

§ 1. — Quand on considère un œuf dont le vitellus est soumis tout entier à la segmentation, comme celui de la Grenouille, ou des Ascidies, ou d'une Sangsue, ou des Échinodermes, ou même d'une Éponge, on voit à un certain moment ce vitellus, après s'être segmenté progressivement un certain nombre de fois, faire place à un amas plus ou moins régulier de cellules embryonnaires dont les caractères individuels peuvent déjà différer légèrement, mais qui, en tous cas, constituent seules l'être nouveau. La texture de

1. Par exemple : la substance fondamentale du test des Tuniciers; le tissu très semblable à celui de la corde dorsale, des pièces solides du pharynx des Gastéropodes; la charpente solide des branchies des Lamellibranches, des Tubicoles, des Tuniciers, de l'Amphioxus, des tentacules des Hydraires; les yeux d'écrevisse; la membrane de Corti.

l'animal à cet instant de sa vie est exclusivement cellulaire, rappelant celle d'un grand nombre de végétaux formés de même par simple apposition de cellules sans interposition d'aucune substance extra ou eccellulaire (Robin). Puis, à un moment donné, ces cellules, tout en restant en partie unies et contiguës les unes aux autres, se séparent en partie les unes des autres soit individuellement, soit en masses de forme plus ou moins variée (feuillets, etc.), et entre ces parties apparaissent des substances amorphes, liquides, demi-solides ou solides dont la quantité, le nombre et la variété s'accroissent à mesure que l'être avance vers le terme de son développement.

Ces substances, qui n'existaient point auparavant, sont donc des produits directs de l'activité cellulaire, formés à la place qu'ils occupent et dans la masse qu'ils présentent, en raison de conditions spéciales aux diverses cellules dont ils dérivent.

Chez les Vertébrés adultes toutes ces substances amorphes de consistance variée demeurent essentiellement limitées — sauf des cas particuliers d'éruption[1] — entre les deux feuillets ectodermique et endodermique qui conservent au contraire, d'une manière très nettement accusée, la structure cellulaire primitive.

Ces substances organiques amorphes apparaissent donc chez l'embryon à une époque relativement tardive, après la constitution d'éléments cellulaires déjà en partie différenciés. Elles peuvent être considérées, en conséquence, comme des substances de perfectionnement et, à ce point de vue, leur rareté chez les végétaux, leur abondance chez les animaux sont des particularités qu'il n'est pas sans intérêt de relever.

Un caractère très général de ces produits cellulaires dérivés du feuillet moyen est de participer dans une large mesure et d'une

1. Les dents et, chez les Poissons, un grand nombre de pièces squelettiques, écailles et autres.

manière permanente au mouvement nutritif vital. Comme le protoplasma cellulaire, ces substances sont essentiellement formées de matières albuminoïdes ou principes immédiats de la troisième classe de Robin et Verdeil. Nous signalerons :

Le plasma sanguin et la lymphe, apparus chez l'embryon au milieu des cellules vasculaires ; — la substance amorphe des diverses variétés de tissu lamineux pouvant, comme le plasma, se charger normalement d'une quantité d'eau variable (en excès dans les cas pathologiques, œdème, etc.) ; — l'humeur vitrée ; — le liquide céphalo-rachidien absolument distinct de la lymphe dont il n'a aucun des caractères physicochimiques ; le liquide de Cotugno ; l'humeur aqueuse ; le liquide du système de canaux de l'Amphioxus et des cavités des organes élastiques [1] ; — la synovie ; — la substance hyaline du disque des Méduses ; — le cœnenchyme des Cœlentérés [2] et des Spongiaires ; — la gaîne de la corde dorsale ; — la substance cartilagineuse des Céphalopodes ou des Vertébrés ; — les substances ostéoïde et osseuse ; — la dentine, souvent classée à tort comme production ectodermique, et qui est en réalité une variété de substance osseuse [3].

Ici se pose une question délicate, celle qui concerne les lames plus ou moins nettement définies, connues sous les noms de « membranes propres, basales », et qu'on trouve dans beaucoup de places appliquées, à la face profonde des épithéliums : couche papillaire du derme, — parois des culs-de-sac glandulaires, — des tubes du rein, — capsule du cristallin, superficielle seulement en

1. Voy. POUCHET, *On the Laminar Tissue of Amphioxus* in *Quart. Journ. of Microsc. Sc.*, 1882.

2. Voy. POUCHET et MYÈVRE, *Contribution à l'anatomie des Alcyonaires* (*Journal de l'Anat.*, mai 1870).

3. Faut-il placer ici certaines fibres cornées des Éponges qui seraient un produit dérivé de cellules spéciales, les spongoblastes, comme les premières lamelles osseuses de l'embryon dérivent des ostéoblastes. Voy. V. LENDENFELD, *Das Hornfaserwachsthum der Aplisinidæ* in *Zool. Anzeig.*, 1882, p. 634.

apparence, profonde eu égard à l'évolution de l'organe. La question reste fort obscure de savoir s'il convient de voir dans ces productions, comme l'avait proposé Kölliker, une sorte de cuticule épithéliale profonde comparable aux cuticules externes que les cellules épithéliales sécrètent dans un grand nombre de cas ; ou s'il faut y voir une modification, une condensation locale des substances amorphes du feuillet moyen au contact de ces épithéliums. Ce que l'on sait de la structure de la couche papillaire du derme, la fusion avec celle-ci des parois propres des glandes cutanées semblent favorables à la seconde opinion[1].

§ 2. — Les cellules composant le feuillet externe et le feuillet interne du blastoderme sont unies entre elles aussi bien qu'aux tissus sous-jacents par simple contact. Elles peuvent donner de même naissance à des substances intercellulaires, qui sont toutefois ici beaucoup moins fréquentes. On peut citer la substance hyaline de l'organe adamantin, — le liquide des vésicules de Graaf, — le liquide des vésicules closes dont l'épithélium remonte ontogénétiquement aux feuillets interne ou externe. Au cours des phénomènes de délamination que présentent certains épithéliums, comme ceux des paupières, des fosses nasales, du conduit auditif, etc., on peut également voir certaines cellules s'écarter, laissant entre elles des espaces remplis d'un liquide hyalin, comme celui de l'organe adamantin. Le même fait se présente encore dans des cas tératologiques, par exemple chez des embryons de poulet avortés de bonne heure où le feuillet externe continue de vivre un certain temps et montre, entre les cellules qui le composent, des espaces irréguliers remplis d'un liquide hyalin.

1. Dans le gésier des oiseaux, Wiedersheim décrit à la fois une *propria* et entre elle et les cellules épithéliales une formation cuticulaire dépendant de celles-ci. *Die feineren Structurverhältnisse der Drüsen im Muskelmagen der Vögel* (*Archiv. für mikr. Anat.*, 1872).

§ 3. — Dès le premier début de la segmentation ou presque aussitôt après, l'être nouveau s'écarte de la membrane vitelline, laissant entre lui et cette enveloppe un espace occupé par un liquide dont il a fourni au moins en très grande partie les matériaux. C'est le premier résidu de sa nutrition, le premier *produit* de sa vitalité, mais tout différent des produits cellulaires que nous avons énumérés (§ 1). Ceux-là dépendaient essentiellement du feuillet moyen et sont permanents, celui-ci est extérieur à l'individu, refoulé de sa surface, rejeté au dehors. C'est la première excrétion en date, comparable à celle que donneront plus tard les reins.

Ce rôle de la couche cellulaire externe soit à la superficie du corps de l'animal, soit par ses invaginations diverses, devient de plus en plus important et varié à mesure que le développement avance. Incessamment active, elle donne naissance à un très grand nombre de produits divers classés sous des appellations spéciales, solides ou liquides et destinés les uns à constituer des organes importants, les autres à être immédiatement rejetés sous peine de compromettre la vie de l'individu. C'est ce groupe considérable de produits cellulaires qu'il nous faut maintenant passer en revue dans son immense variété.

§ 4. — D'abord, chez certains animaux et spécialement les Vertébrés, la couche épithéliale recouvrant l'individu se renouvelle sans cesse; les cellules qui la composent sont soumises à une élimination constante, quoique suivant des modes divers. C'est cette élimination de cellules *in toto* qui constitue, pour les animaux dont nous parlons, la *mue*. Rappelons la chute des cellules épidermiques de l'homme et d'un grand nombre d'animaux; — la desquamation du jabot du pigeon au cours de l'alimentation des jeunes; — la desquamation en larges plaques dans les cas pathologiques chez l'homme (scarlatine), normale chez un grand nombre d'animaux

tels que les Ophidiens; — la chute des poils, des plumes; — celle du bec chez le Macareux; — celle des « dents » des Cyclostomes, rare exemple de productions cornées chez les Ichthyopsides[1].

On peut encore envisager comme une sorte de desquamation l'usure de certains organes essentiellement composés de cellules et qui semblent même ne garder leur figure qu'en vertu d'un équilibre constant établi entre la prolifération des cellules formant ces organes, et leur usure. C'est le cas d'un grand nombre de productions superficielles : les ongles, les sabots, les écailles des Pangolins, le revêtement corné des papilles de la langue, les fanons des Balænides, le bec des oiseaux, etc..:

Chez les animaux dont nous parlons la mue envisagée dans ses modes divers, permanente ou périodique, consiste toujours dans ce fait de l'élimination directe de cellules ayant été partie intégrante de l'économie, ayant vécu d'une vie active, avant d'être ainsi rejetées comme une véritable sécrétion azotée, mais sans que les parties éliminées de la sorte soient des produits dans le sens où nous l'entendons.

Peut-être au contraire serait-il logique de rapprocher de la mue, telle que nous la présentent les Vertébrés, le phénomène beaucoup plus répandu chez les animaux de l'émission des globules polaires. Au fond le processus est le même : c'est un élément anatomique rejeté en dehors après avoir fait partie de l'être un temps plus ou moins court.

§ 5. — Cette *mue cellulaire* n'a aucun rapport avec la *mue cuticulaire* des Arthropodes dont nous parlerons plus loin. On en peut, au contraire, rapprocher la chute périodique ou non d'organes dépendant essentiellement du feuillet moyen, tels que les dents et les bois des Ruminants, qui tombent après avoir fait éruption par

1. On peut également signaler le renflement épithélial au membre antérieur du mâle chez les Batraciens, pendant la saison des amours.

différents procédés (sphacèle, etc.) à travers les tissus ectodermiques.

§ 6. — Les Vertèbres ne présentent point de productions cuticulaires proprement dites, si l'on veut conserver au terme « cuticulaire » sa signification étymologique[1], ou du moins elles sont réduites chez ces animaux à l'expression la plus simple. On peut citer l'espèce de cuticule formée par la contiguïté plutôt que la continuité des plateaux des cellules prismatiques de l'intestin chez le Lapin, ou de la peau chez l'Ammocète. Mais ces formations paraissent n'avoir ici aucune existence indépendante, et faire partie en quelque sorte du corps cellulaire, auquel elles adhèrent bien plus fortement qu'aux productions similaires des cellules voisines. Il conviendrait toutefois de faire ici une exception pour la membrane réticulée de l'organe de Corti et surtout pour l'émail, dont les prismes ont correspondu à autant de cellules de l'organe adamantin. L'émail est en réalité la seule production à laquelle on puisse appliquer cette qualification de « *cuticulaire* » chez les Vertébrés et encore a-t-elle ceci de particulier de subsister alors que les cellules dont elle dérive ont disparu.

§ 7. — L'ectoderme des Invertébrés, au lieu de se renouveler sans cesse comme celui des Vertébrés, même dans les organes en apparence les plus durs (cornes, sabots), présente au contraire une permanence relative très remarquable en rapport avec une tendance à la sécrétion de produits superficiels. Tandis que chez les Vertébrés les cornes, les ongles, les écailles sont des agencements directs et en quelque sorte actifs de cellules, les productions que va nous offrir l'ectoderme des Invertébrés sont en quelque

1. Nous devons faire remarquer que les anatomistes allemands emploient généralement ce mot dans une acception beaucoup plus large, c'est ainsi que Leydig (*Zelle und Gewebe*, 1885, p. 63) semble ranger les substances amorphes des tissus conjonctifs dans les formations cuticulaires.

sorte un résultat passif de l'activité cellulaire. Tandis que les premiers, formés de cellules ayant vécu, multiplié, gardent la trace de leur origine dans leur composition chimique et sont des substances essentiellement azotées, les organes que nous allons considérer maintenant, ont une composition chimique toute différente et qui les rapproche des celluloses.

Ces organes naissent à la surface d'une couche de cellules plus ou moins variablement agencées, mais permanentes, non soumises à un renouvellement continu : elles peuvent disparaître par résorption au cours des modifications morphologiques souvent profondes de l'animal, elles ne tombent jamais au dehors. Les organes nés à leur surface représentent en quelque sorte les plateaux soudés de ces cellules et offrent d'ailleurs les plus grandes variétés. Ces formations cuticulaires plus ou moins localisées chez les Mollusques et les Vers recouvrent entièrement le corps des Arthropodes, s'étendant même plus ou moins loin sur les parois des conduits aériens, digestifs, glanduleux, communiquant avec l'extérieur.

Nous pouvons signaler : le bec des Céphalopodes, — la radula des Gastéropodes ; — les plaques et les crochets cornés, les couronnes calcaires des ventouses des Céphalopodes ; — les mandibules et les soies des Annélides, les crochets des Cestodes et des Trématodes ; — la cuticule irisée des Annélides, celle des Rotifères ; — la cuticule et les crochets des Nématodes ; — le test des Bryozoaires ; — enfin le test des Arthropodes infiltré ou non de sels calcaires.

Cette énumération incomplète suffit à montrer la variété des organes ou parties organiques qu'embrasse ce groupe des produits véritablement cuticulaires.

Leur forme dépend, avec une précision dont nous ne pouvons pas toujours apprécier les conditions, de l'agencement des cellules

qui sécrètent par une partie de leur surface la substance dont ils sont formés. Il est possible, probable même, au moins pour certaines de ces productions, qu'une usure corrélative à l'accroissement, intervient pour régler la forme des organes (bec des Céphalopodes). Leur substance n'est pas complètement homogène. Ils présentent souvent, d'un point à l'autre, des différences de couleur, de consistance, de réaction très sensibles (extrémité proximale du bec des Céphalopodes, des soies d'Annélides, comparée à leur extrémité distale, etc...). Ces différences, qui tiennent peut-être simplement à la proportion d'eau de constitution, autorisent à admettre dans une certaine mesure que ces produits cuticulaires sont vivants, c'est-à-dire qu'ils seraient le siège d'un mouvement moléculaire en partie comparable à celui des substances extracellulaires dépendant des cellules du mésoderme. Ceci nous expliquerait divers phénomènes tels que la décalcification en fer à cheval, précédant la mue, du carpopodite de la pince du Homard, la solution de continuité médiane et dorsale du test de beaucoup d'Arthropodes au moment de la mue. D'une manière générale, la mue se produirait dès que la cuticule a cessé d'être vivante par suite d'une modification momentanée survenue dans le mouvement nutritif des cellules sous-jacentes[1], ayant pour conséquence la rupture du lien physiologique qui les unissait jusque-là. Dès lors, à la reprise du mouvement nutritif normal une nouvelle couche doit nécessairement se former, qui amène l'élimination de la précédente en même temps que se produisent chez l'être des modifications morphologiques plus ou moins accusées. Tel qu'il se présente à nous, le phénomène de la mue des Arthropodes n'a aucun rapport avec ce que nous connaissons des autres animaux, et il est impossible de ne point rappeler ici la différence primor-

1. M. Giard a remarqué que la présence de certains parasites entravait ou tout au moins retardait la mue des Crabes qu'ils ont attaqués.

diale qu'ils offrent dans la formation de leur blastoderme avec ce que nous savons des Vertébrés, des Mollusques, des Vers et des Échinodermes. Contrairement à ce qu'on observe chez tous ces animaux, l'ectoderme des Arthropodes n'est point nettement délimité. Il est formé à la vérité d'une couche d'apparence épithéliale (hypoderme des anatomistes), mais dont les cellules se continuent dans la profondeur ; on pourrait les rapprocher sous ce rapport des cellules de l'épendyme du canal vertébral qui dérivent vraisemblablement de l'ectoderme et présentent des caractères tout à fait spéciaux. Ces caractères semblent se retrouver dans l'ectoderme des articulés, formé partout d'une rangée unique de cellules se prolongeant parfois vers l'intérieur et intimement unies à des fibres qui établissent entre elles et le tissu du mésoderme une connexion intime.

§ 8. — On doit peut-être rapprocher des formations véritablement cuticulaires deux produits qui offrent avec eux cette analogie de demeurer adhérents à la surface épithéliale dont ils émanent : 1° la *couche cornée* du gésier des oiseaux ; 2° le *byssus* des Lamellibranches. L'un et l'autre naissent d'une surface plus ou moins fortement plissée et involutionnée, assimilée sans raison bien démonstrative à une réunion de glandes[1]. En effet, outre que ces involutions sont plus ou moins développées et peuvent l'être très peu, on n'a point assez remarqué que les cellules des surfaces séparant les excavations regardées comme glandes sécrétaient le produit (couche cornée ou byssus) aussi bien que les cellules les

1. Pour le gésier des oiseaux, voy. Hasse, *Beiträge zur Histologie des Vogelmagens* (Henle's Arch. f. rat. Medicin, 1866) ; Wiedersheim, *Zur feineren Struturverhältnisse im Muskelmagen der Vögel* (in Archiv f. mik. Anat. 1872) ; Cazin, *Recherches sur la structure de l'estomac des oiseaux* (Comptes rendus, 3 mai 1886). Pour le byssus, voy. B. Carrière, *Die Drüsen im Fuss der Lamellibranchiaten*, in *Arb. aus d. zooll.-zoot. Inst. zu Würzburg*, 1879 ; Barrois, *les Glandes du pied etc. chez les Lamellibranches*. Thèse, 1885.

plus profondes de celles-là. Les différences de réaction signalées entre les substances sécrétées par le fond et par les bords des excavations nous paraissent justement de même ordre que celles indiquées plus haut (§ 7) à propos des substances cuticulaires proprement dites.

§ 9. — Aux produits épithéliaux que nous avons passés en revue jusqu'ici, la dénomination de sécrétions ne pouvait s'appliquer que d'une manière assez impropre ; il n'en est plus de même des substances qu'il nous reste à examiner. Rejetées des cellules sous l'état liquide, beaucoup se solidifient à l'extérieur en un corps dont la forme s'harmonise plus ou moins avec celle de l'être et lui demeure adhérent. Mais ce corps ne participe plus en aucune façon au mouvement moléculaire, sa substance sortie de l'organisme lui demeure étrangère. C'est un produit incessamment éliminé dont la présence, le voisinage peuvent être utiles à l'être et devenir pour lui un moyen de protection sans lequel son existence serait immédiatement compromise, mais qui ne fait point partie intégrante de lui, qui s'accroît, s'altère et s'use mais ne se nourrit point, qui n'est pas vivant en un mot, quoique portant la marque évidente de sa provenance organique. On pourrait désigner ces corps sous le nom de *produits extrinsèques* par opposition aux *produits intrinsèques* ou cuticulaires. Les uns et les autres ont d'ailleurs même composition chimique. Les principes albuminoïdes s'y présentent encore, mais exceptionnellement : ils font place à des principes immédiats ternaires, à des espèces chimiques plus ou moins voisines des celluloses, à des graisses, à des sels minéraux. Par suite ces produits peuvent atteindre une dureté considérable (perles).

§ 10. — Les sécrétions destinées à demeurer liquides sont généralement versées par des organes nettement différenciés comme glandes (lait, sueur, larmes, salive, venins, suc pancréatique,

liquide prostatique et des glandes de Cowper, liquide intestinal, etc.) ou se rapprochant de celles-ci par leur texture, comme les reins et le foie.

Les matières sébacées et odorantes sont souvent rejetées avec les cellules glandulaires qui les ont élaborées, par une sorte de combinaison de la sécrétion ordinaire et du système de mue propre aux Vertébrés.

La soie, le fil des Araignées sont des produits glandulaires également. Peut-être conviendrait-il d'en rapprocher le contenu des canaux muqueux des Plagiostomes.

Mais toute surface épithéliale peut en définitive sécréter à la façon d'une glande, comme le montre le mucus abondant versé par la peau de certains Poissons, des Mollusques, celui du Balanoglossus, etc. Cette sécrétion peut même se faire par une surface revêtue d'une cuticule : c'est le cas pour la cire et peut-être, pour la substance des tubes de beaucoup d'Annélides. Le meilleur exemple de ces sortes de sécrétions est l'œuf des oiseaux avec son albumen, sa membrane coquillière et sa coquille. On doit en rapprocher les enveloppes de l'œuf des Plagiostomes, — la subtance agglutinante ou enveloppante des œufs d'un grand nombre d'animaux, — l'enveloppe des spermatophores des Céphalopodes, — le dard génital des Gastéropodes, etc... La production de la membrane coquillière et de l'enveloppe calcaire à structure définie et diversement colorée de l'œuf des oiseaux, aux dépens des liquides sécrétés par la surface épithéliale de l'oviducte est, au point de vue anatomique, un fait exactement de même ordre que la sécrétion du tube des Annélides et de la coquille des Brachiopodes ou des Mollusques. Cette dernière, par ses élégantes délicatesses de forme et de coloris, est le type le plus accompli de ces sécrétions figurées, devenues dans leur perfection même une sorte d'image ou d'empreinte de l'être qui les a fournies, au point qu'on

a demandé à ces parties absolument inorganiques la caractéristique des espèces qui les sécrètent.

C'est Réaumur[1] qui a nettement vu, indiqué le premier et prouvé par des expériences que la coquille n'était qu'une sécrétion. Son contemporain et opposant Méry[2] a trouvé jusqu'en ces derniers temps des émules comme Nathusius-Königsborn[3] et F. Müller[4] qui, tout en reconnaissant la nature non cellulaire de la coquille, ont voulu y voir un tissu vivant. Mais si la question ne peut faire doute et se pose dans les termes mêmes où l'avait déjà résolue Réaumur, il ne semble pas qu'aucun zoologiste ait envisagé comme il convenait les étroits rapports qui unissent la coquille des Mollusques au tube des Annélides[5]. Certains Mollusques comme un grand nombre de Vers ne sécrètent point de test. Certains Mollusques restent indépendants de leur coquille comme les Vers de leurs tubes. Beaucoup de Vers pour former leurs tubes agglutinent des matériaux étrangers, de même certains Mollusques (*Trochus agglutinans*). Certains Lamellibranches fixent leur coquille à des corps solides comme font la plupart des Vers. Les Mollusques, comme les Tubicoles, retravaillent ou réparent leur test. Enfin, pour dernier rapprochement, on peut signaler les Mollusques qui sécrètent à la fois une coquille

1. Réaumur, *De la formation et de l'accroissement des coquilles des animaux tant terrestres qu'aquatiques, soit de mer, soit de rivière* (Hist. de l'Acad., 1709.) — *Éclaircissement de quelques difficultés sur la formation et l'accroissement des coquilles* (Ibid., 1716; 1718, p. 303.)

2. Méry, *Remarques faites sur la moule des estangs* (Hist. de l'Acad., 1710.)

3. Nathusius-Königsborn, *Ueber nicht-celluläre Organismen*. Berlin, 1877. Voy. pour tout l'historique de cette question : E. Ehrenbaum, *Untersuchungen über die Strucktur und Bildung des Schales der in der Kieler Bucht häufig vorkommenden Muscheln* (Zeitsch. f. wiss. Zool. 1885, p. 1.)

4. *Untersuchungen über die Bildung und Strucktur der Schalen bei den Lamellibranchiaten* (Zool. Anz., 9 février 1885, n° 187).

5. Voy. entre autres, Claus, *Traité de Zoologie*, qui compare tout à fait à tort les prismes calcaires du test des Mollusques aux prismes de l'émail.

et un tube soit indépendants (*Teredo*), soit soudés (*Aspergillum*).

Comme les tubes de beaucoup d'Annélides, la coquille des Brachiopodes et des Mollusques est formée, en proportion variable selon les cas, d'une substance organique, principalement de conchioline ou de chitine, et de sels minéraux[1]. Ces derniers, sécrétés à l'état de dissolution, prennent, en se déposant, des configurations cristallines (prismes, etc.) dépendant de leur composition même, de leur proportion et de celles de la substance organique coexistante dans le liquide qui leur sert de véhicule.

La seule différence essentielle entre la coque de l'œuf ou le tube des Annélides et des Hydraires d'une part, et le test des Mollusques, des Brachiopodes et des Bryozoaires de l'autre, réside en ceci que chez ces derniers les éléments sécrétants conservent ou savent reprendre relativement au produit sécrété une position sensiblement constante[2], tandis que le rapport entre la surface sécrétante et le corps sécrété chez le Tubicole, l'Hydraire et dans l'oviducte de l'oiseau est incessamment variable, d'où l'image de solides de révolution affectée par les produits de ce dernier genre.

§ 11. — Nous placerons en dernier lieu une catégorie de produits qui tiennent à la fois des premiers que nous avons énumérés (§ 1), par leur permanence et par leur situation au milieu des parties dérivées du feuillet moyen, et des sécrétions figurées que nous venons de passer en revue, par leur composition chimique où peu-

1. Krukenberg (*Grundzüge einer vergl. Phisiol. der tierischen Gerüstsubstanzen*, Heidelberg, 1885, et *Ueber das Vorkomnen des Chitins*, in Zool. Anzeiger, 1885, nº 199) signale l'existence de la chitine dans le bec et la coquille des Céphalopodes (seulement dans les cloisons de *Spirula*). Le test des Brachiopodes serait également riche en chitine, tandis qu'on ne trouverait point cette substance dans *Mytilus edulis*, mais seulement une matière albumineuse et de la conchioline; de la conchioline également dans les capsules ovigères d'un grand nombre de Mollusques.

2. La disposition aréolaire souvent visible sur le bord du periostracum est l'empreinte même des cellules qui ont sécrété la mince membrane par laquelle débute l'accroissement de la coquille.

vent dominer les matières minérales (calcaire, silice), au point de leur communiquer les formes presque cristallines que nous observions déjà dans la coquille des Mollusques.

Nous citerons la substance cornée des Gorgones (cornéine) et des Spongiaires (spongioline), le sable cérébral et les cristaux de l'otoconie; — les spicules calcaires ou siliceux, d'origine non cellulaire[1], les amphidisques, la charpente calcaire des Échinodermes, Cœlentérés, Spongiaires.

§ 12. — On peut toujours reporter à une seule cellule vivante ou à un être unicellulaire l'ensemble des phénomènes vitaux observés chez les êtres pluricellulaires. Ceci n'est point vrai seulement des fonctions [2], mais aussi des conditions anatomiques chez ces êtres si simples en apparence seulement. Nous y retrouvons en effet, à côté du corps cellulaire (protoplasme) et du noyau essentiellement vivants, toute une série de produits superficiels ou profonds, comparables à ceux que nous avons passés en revue. Il ne faudrait pas évidemment donner trop d'importance à un tel rapprochement, mais on ne saurait non plus y fermer complètement les yeux.

C'est ainsi que le liquide intracellulaire d'un grand nombre de cellules peut être comparé à un plasma mésodermique.

1. Voyez paragraphe suivant.

2. « L'habitude des êtres polycellulaires où par un entraînement d'esprit très naturel nous avons fini par n'envisager dans chaque élément que sa fonction dominante, nous détourne trop peut-être de l'étude infiniment plus délicate, il est vrai, des actions intimes multiples dont chaque corps cellulaire, indépendamment du noyau, est le siège, et qui aboutissent parfois à la formation dans sa substance d'appareils extrêmement compliqués. En général, la conception purement *histologique* nous fait trop perdre de vue la notion anatomique supérieure de l'*état d'organisation* sur laquelle insistait avec tant de raison Ch. Robin. Il suffit pour en montrer l'importance de rappeler les productions aussi compliquées que le test et l'œil des Péridiniens, les cils, les flagella, le tentacule des Noctiluques, et enfin les nématocystes, toutes émanations directes du cytoplasme, auxquelles nos habitudes d'esprit appliquent aussi naturellement que faussement la dénomination d'organes. » POUCHET, *Sur l'œil des Péridiniens*, Soc. de Biol. 8 mai 1886.

L'enveloppe ligneuse des cellules végétales, le test élégant des Péridiniens et de certains Infusoires, ne sont pas sans analogie avec le test des Arthropodes.

La substance des kystes sécrétés par un grand nombre d'Infusoires rappelle les sécrétions muqueuses des Mollusques, comme le test des Tintinnidés par sa forme régulière, ses fines denticulations chez certaines espèces, rappelle une coquille.

Dans le protoplasma même des cellules animales ou végétales se déposent une série de produits parfois recrémentitiels, mais qu'on peut souvent considérer comme de véritables excrétions : graisses, leucites, xantholeucites, corps chlorophylliens, etc., grains d'aleurone, globoïdes, cristalloïdes, etc., grains d'amidon, raphides, macles d'oxalate de chaux, cystolithes, etc. Ici se rangeront de même les otolithes des Cœlentérés[1], les spicules intracellulaires de certaines Éponges calcaires et siliceuses[2], enfin toutes les merveilleuses charpentes des Radiolaires, Rhizopodes, etc.

Dans la même suite d'analogies, des conditions encore plus délicates de structure et de régularité nous sont offertes par d'autres produits intracellulaires non minéraux, non vivants, malgré les apparences qu'ils donnent, et d'une perfection morphologique accomplie. Nous voulons parler des rhabdites, trichocytes, nématocystes, etc.

Historique. — C'est De Blainville[3] qui a montré le premier, en 1833, les avantages qu'il y a à diviser les diverses substances

1. Voy. O. et R. Hertwig, *Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen*, 1878.

2 Voyez Metschnikof, *Spongiologische Studien*, in *Zeitschr. f. wiss. Zool.* 1879, p. 361. — F. E. Schultze, *Unters. ub. d. Bau und. d. Entwick. d. Spongien. Die Plakiniden*, in *Zeitschr. f. w. Zool.*, 1880 ; *Unters. u. s. w. Corticium candelabrum. Ibid.* 1881.

3. *Cours de Physiologie générale et comparée*, 1833, t. I, p. 119.

vivantes en deux groupes distincts désignés par lui sous les noms de *constituants* et de *produits*. Ce fut une conception juste et par suite féconde, juste car elle correspondait à une distinction embryogénique fondamentale. Les *constituants* de De Blainville répondent à toutes les parties solides et liquides, cellulaires et non cellulaires, que nous savons aujourd'hui dériver du feuillet moyen; par *produits,* il entend tous les tissus que nous considérons comme émanés du feuillet interne ou externe et leurs sécrétions. De Blainville, qui se défiait du microscope et n'avait aucune notion d'histologie, tombe naturellement dans de graves erreurs[1], mais sa tentative n'en est pas moins le premier essai d'une classification rationnelle des parties constituant l'organisme.

Robin, éclairé par la connaissance intime des tissus qui manquait à De Blainville, reprend (1861-1869) la division établie par celui-ci[2] et distingue deux groupes de tissus : 1° les *produits* et 2° les *constituants* ou *produisants*, parce qu'ils portent en eux la condition de la génération des premiers[3].

En Allemagne, Schwann et les premiers adhérents de la théo-

1. Voici l'énumération qu'il fait des produits : 1° *Produits liquides :* Sueur. — Mucosine (les Mucus). — Phosphorine (substance phosphorescente). — Cryptosine (sécrétion des cryptes intestinaux). — Sérine. — Larmes. — Salive. — Pancréacine. — Prostacine. — Cowperine. — Bile. — Urine. — Sperme. — Lait. — 2° *Produits semi-liquides :* Sébacine (divisée en nombreuses variétés, cérumen, etc....) — Vitelline. — 3° *Produits solides* : Pigmentum. — Cératine (substance de la cornée). — Odontéine. — Squaméine. — Ostréine. — Cristallin. — Ostéotide (otolithes). — Astacolithes (yeux d'écrevisse). — Aciculine (spicules des Éponges). — Dard des limaçons. — Coque de l'œuf.

2. Voyez : *Programme du Cours d'Histologie*, Paris, 1864, p. 50; — Art. *Tissus* de la 2e édit. du *Dict. universel d'Hist. nat.*, à part dans : *Biblioth. des Sc. nat., Anatomie microscopique. Des tissus et des sécrétions*, Paris, 1869; et art. *Éléments* (*Ibid.*), à part : *Ibid. Des éléments anatomiques. Des épithéliums.*

3. Il est bien certain, en effet, que les tissus profonds nourrissent l'épiderme superficiel. Mais il n'est pas moins certain que les tissus cellulaires de l'un ou l'autre feuillet superficiels, seuls en contact avec le monde extérieur, peuvent être envisagés avec tout autant et plus de raison comme nourrissant les tissus dérivés du feuillet moyen.

rie cellulaire avaient quelque peu négligé tout ce qui, dans le corps des animaux, n'était point cellule. Kölliker le premier appela, en 1858, l'attention des anatomistes sur les substances extracellulaires[1]. Et il établit entre elles, toutefois sans le dire expressément, une distinction profonde. On voit en le lisant avec attention, qu'il admet à côté des cellules et de leurs dérivés immédiats, tout un groupe de substances amorphes liquides ou solides telles que les plasmas, la substance des os et des cartilages (en tant que ne constituant pas de coque autour des cellules), substances indépendantes et jouissant d'une existence propre dans les espaces laissés libres par les cellules et leurs dérivés directs.

A la vérité, Kölliker ne fait qu'indiquer ces substances, sans s'expliquer sur leur origine : il ne s'occupe que de celles qu'il considère comme les produits directs de l'activité cellulaire. Et de même que l'avait fait De Blainville, il classe ici tout à la fois : 1° ce qu'il appelle les excrétions cellulaires figurées (*geformte Zellenauscheidungen*), comme la cuticule des Arthropodes; 2° les sécrétions liquides proprement dites; 3° les produits de sécrétion figurés (*geformte Secretionsproducte*), comme la coque de l'œuf et le tube des Annélides.

Dans l'état actuel de l'anatomie générale, il semble qu'on puisse reprendre en la transportant aux parties cellulaires ou non, la grande division imaginée par De Blainville, des matériaux de l'organisme en *constituants* et en *produits :* d'un côté, les cellules, les agents primitifs et essentiels de la vie; de l'autre, tout le reste de l'économie comme les résultats, les *produits* de la vie individuelle ou commune des cellules, soit retenus à l'intérieur et permanents, soit versés à l'extérieur pour être éliminés ou transformés en appareils plus ou moins indispensables.

1. Kölliker, *Untersuchungen zur vergleichenden Gewebleshre. Ueber secundäre Zellmembranen, Cuticularbildungen u. s. w.*, in Zeitsch. f. wiss. Zool., 1858, p. 37.

Même ramenée à ces termes, c'est encore De Blainville qui nous donnera la formule précise de cette division des parties organiques en cellules et substances dérivées des cellules, quand il dit (*loc. cit.*, p. 119) : « Toute la substance qui existe dans un « animal quelconque soit à la surface, soit dans l'intérieur de « son tissu, peut être divisée en deux sections dont l'une comprend « les éléments constituants de l'organisme et l'autre les produits. » Les « éléments constituants » de l'organisme ce sont les cellules; les « produits » c'est tout le reste.

LES

MOUVEMENTS INCONSCIENTS

PAR

M. CHARLES RICHET

Parmi les œuvres de M. Chevreul, il en est une qui diffère de l'ensemble de ses autres œuvres par la nature, exclusivement psychologique, du sujet traité. Il s'agit de ses écrits sur les mouvements inconscients.

Dès 1812, ainsi qu'il nous l'apprend, il s'était intéressé au problème du pendule explorateur; mais ce n'est qu'en 1833 qu'il a donné le récit de ses expériences [1]. Vingt années après, il publia un livre rempli de faits intéressants et intitulé: *De la baguette divinatoire, du pendule dit explorateur et des tables tournantes au point de vue de l'histoire, de la critique et de la méthode expérimentale* [2].

On peut dire que ces divers travaux font époque en psychologie; car ils ont démontré d'une manière tout à fait irréfutable ce fait fondamental que parmi les mouvements musculaires il en est

1. *Revue des Deux Mondes*, 1833, t. II, pp. 258 à 266. Lettre à M. Ampère sur une classe particulière de mouvements musculaires.

2. 1 vol. in-8°. Paris, Mallet-Bachelier, 1854.

un grand nombre qui ne sont ni connus ni voulus de celui qui les exécute.

C'est là une proposition dont on ne saurait, je pense, exagérer l'importance; car elle donne la clé de phénomènes qui, sans cela, paraîtraient absolument surnaturels.

Nous allons reprendre, en suivant M. Chevreul dans la plupart de ses développements, cette histoire des mouvements inconscients. Nous pourrons y ajouter quelques autres faits étudiés par nous. Certes, ce ne sera pas une monographie complète des mouvements sans conscience; mais seulement un aperçu d'ensemble, une vue générale, avec quelques faits nouveaux à l'appui.

Il est certains mouvements qui sont voulus et d'autres qui sont involontaires. Tout ce qui se rapporte à l'attitude, à la physionomie, à l'expression, tout cela n'est pas voulu en tant que mouvement. Un individu qu'on menace et qui a peur fait une grimace de frayeur tout à fait involontaire.

Mais il n'est pas besoin que cette grimace soit très visible à l'extérieur; elle sera parfois fort peu accentuée, imperceptible même pour un observateur superficiel ou peu attentif. De même, si l'on tient la main de l'individu qui est effrayé, on sentira peut-être un très léger tremblement des doigts ou du poignet, ou encore une accélération du pouls, fût-elle minime et passagère, avec un trouble quelconque dans la respiration, un peu de rougeur ou de pâleur aux pommettes. En un mot, l'émotion intérieure psychique détermine un mouvement extérieur musculaire. Ce mouvement peut être très fort ou très faible; mais il est vraisemblable que dans aucun cas cette réponse motrice à une émotion psychique n'est nulle.

Quand on ne peut pas la constater, c'est qu'on a observé d'une manière insuffisante. En tâtant le pouls d'Antiochus, on a pu découvrir qu'il était amoureux de Stratonice, et, si le médecin psy-

chologue n'avait pas mis le doigt sur l'artère radiale du prince amoureux, il n'eût peut-être pas su découvrir l'émotion secrète qui faisait battre son cœur plus vite.

Il en est probablement de même pour toutes les émotions, pour toutes les pensées. Une pensée est toujours accompagnée d'un mouvement. Chaque fois qu'une émotion ou une image se présentent à l'esprit, il y a simultanément un changement dans la pression du sang, dans le rhythme du cœur, dans le rhythme de la respiration, dans la tension des divers muscles, dans la sécrétion des glandes, dans la circulation périphérique des divers organes. Ces changements ne font sans doute jamais défaut, et, si nous ne les découvrons pas, ce n'est pas qu'ils manquent, c'est qu'ils nous échappent par suite de l'insuffisance de nos moyens d'investigation.

On peut donc établir ce grand principe qui unit d'un lien étroit la psychologie à la physiologie, à savoir que toute pensée se traduit au dehors par un mouvement.

Il va de soi que ce mouvement est involontaire; mais il faut ajouter qu'il est souvent inconscient.

Cette inconscience se présente sous deux formes différentes. Dans un cas, il ne peut y avoir conscience par suite de la nature même de ce mouvement qui échappe à notre sensibilité consciente. Ainsi, par exemple, les mouvements de l'iris, de l'intestin, le rhythme du cœur, la tension de la circulation périphérique échappent à l'appréciation de la conscience (au moins dans certaines limites). Dans l'autre cas, si ces mouvements sont inconscients, c'est parce que notre attention est distraite, et alors nous ne pouvons percevoir, étant inattentifs, les mouvements que nous exécutons nous-mêmes. D'ailleurs, plus ces mouvements seront faibles, moins ils seront conscients; car il faut un certain degré d'intensité pour qu'ils soient perçus de nous. Or on sait qu'à cet égard les notions que nous avons de l'état de nos muscles sont

vraiment assez grossières. La sensibilité musculaire ne s'exerce que d'une manière approximative : ce sont des données vagues qui excluent toute appréciation d'un mouvement faible.

Il s'ensuit que bien de petits mouvements exécutés involontairement, étant très faibles, sont soustraits à la conscience. Pour les rendre conscients, il faudra un appareil de renforcement quelconque qui développera, amplifiera le mouvement, et alors mettra en plein jour cette réaction involontaire à une émotion psychique, réaction qui eût passé inaperçue sans un appareil d'amplification.

On voit peut-être où nous voulons en venir. Si cet appareil d'amplification est considérable, nous-même nous serons étonnés des effets produits. Ce mouvement involontaire exécuté par nous, et dont nous n'avons pas la conscience directe, nous paraîtra le résultat d'une force étrangère à nous-même. Pour peu qu'il s'y mêle quelque amour du surnaturel, aussitôt on croira trouver l'intervention d'une force étrangère, là où il n'y a, en réalité, que notre action musculaire personnelle.

Prenons un exemple, l'exemple même qui a servi à M. Chevreul, soit le pendule dit explorateur, un anneau de fer suspendu à un fil de chanvre. Si l'on pense au mouvement, on fera un mouvement imperceptible de la main qui se traduira par un grand mouvement du pendule. Comme nous croirons avoir été immobiles, nous irons attribuer à une force étrangère les oscillations du pendule. En réalité, nous aurons fait, guidé par la pensée, une série de petits mouvements involontaires, inaperçus de nous sans pendule, qui nous paraîtront tout à fait mystérieux.

Ainsi le pendule aura servi à dévoiler des mouvements réels, mais trop faibles pour que, sans cet appareil de perfectionnement et d'amplification du mouvement, nous puissions nous en rendre compte.

Peut-être même pourrions-nous dire que, si nous avions des

appareils d'inscription d'une délicatesse extrême, toutes nos pensées, si cachées qu'elles nous paraissent, seraient capables d'être inscrites et de se révéler au dehors par un mouvement extérieur très apparent.

Le fait annoncé en 1833 par Chevreul a reçu une application intéressante longtemps après. On se souvient sans doute qu'il y a deux ans, un ingénieux prestidigitateur, M. Stuart Cumberland, est venu annoncer qu'il pouvait deviner la pensée de tels ou tels individus rien qu'en leur tenant la main.

Pour cela, il procédait de la manière suivante. Soit, je suppose, une réunion de vingt personnes; il disait à une des personnes présentes : « Pensez à tel ou tel des assistants, je vais vous tenir la main, et je devinerai la personne à qui vous pensez. »

Bien plus, il faisait penser à tel ou tel objet présent dans la salle, et, tenant toujours la main de l'individu qui y pensait, il devinait cet objet.

Ces expériences ont excité à Paris un certain intérêt de curiosité; mais, il faut l'avouer, elles n'ont rien de bien extraordinaire. En effet, la personne qui pense fortement à telle ou telle chose ne peut s'empêcher, quand elle s'approche de la chose en question, de faire de petits mouvements fibrillaires, mouvements qui révèlent sa pensée avec une précision étonnante.

On est ainsi guidé vers l'objet ou la personne pensée par la personne dont on tient la main. Il n'y a là rien qui ressemble à la transmission mentale de la pensée, puisqu'il s'agit seulement de mouvements inconscients et involontaires qui trahissent la pensée du sujet. C'est en somme la même expérience que l'expérience de M. Chevreul avec le pendule explorateur. Seulement, au lieu d'agir sur un anneau suspendu par un fil, on agit sur la main d'un individu qui perçoit les tremblements, les frémissements et

les indications même très légères, qui résultent de ces mouvements inconscients. L'expérience est facile à faire; elle a été pratiquée par moi plus de vingt fois, par M. H. de Varigny, M. Charles Garnier, M. E. Gley, et en Allemagne par M. Preyer, qui a vérifié les faits que M. Gley et moi avions vus un an auparavant.

On ne soupçonnera jamais, si l'on n'a pas fait soi-même cette expérience, à quel point des individus de bonne foi indiquent par des mouvements de la main la pensée intérieure qui les anime. Sans le savoir et sans le vouloir, ils guident avec une grande force, et ils sont tout étonnés eux-mêmes du résultat obtenu, tellement leurs mouvements échappent à leur appréciation.

Remarquons que, chez tous les individus, cette puissance des mouvements inconscients n'est pas la même. Chez certains, il n'y a guère de mouvement perceptible. Il en est ainsi, par exemple, chez les hommes d'un certain âge, ayant de l'empire sur eux-mêmes, et n'étant pas ce qu'on est convenu d'appeler d'un tempérament nerveux. Au contraire, chez les enfants, chez les femmes, chez les individus nerveux, ces réactions inconscientes acquièrent une énergie parfois extraordinaire.

Avec M. Gley, nous avons fait l'expérience suivante. A l'état normal, il n'a pas ces mouvements inconscients indicateurs. Or il s'agissait de savoir si, sous l'influence de certaines intoxications, on n'arriverait pas à les développer en lui. Nous avons pensé que le hachisch, qui exagère tant les gestes et les attitudes, aurait cette puissance de faire apparaître des mouvements inconscients chez des gens qui, à l'état normal, en sont dépourvus. L'expérience a confirmé nos prévisions, et M. Rondeau et moi nous avons pu constater que M. Gley, après avoir pris une certaine dose de hachisch, produisait des mouvements involontaires et inconscients d'une grande force, qui révélaient complètement sa pensée, sans qu'il s'en doutât le moins du monde.

Ainsi se trouvent démontrées les propositions suivantes :

1° Une pensée se traduit au dehors par des mouvements.

2° Ces mouvements peuvent être :

A. Volontaires et conscients;

B. Involontaires et conscients;

C. Involontaires et inconscients.

3° Les mouvements involontaires et inconscients peuvent acquérir, dans certains cas, une énergie extraordinaire, si bien qu'on est tenté d'attribuer à une force étrangère les effets qu'ils produisent.

C'est cette dernière proposition qu'il convient maintenant de développer, attendu que l'inconscience du mouvement chez certains individus est l'explication de certains phénomènes dits de spiritisme.

C'est encore M. Chevreul qui le premier, en 1855, a présenté cette hypothèse, et l'a rendue très vraisemblable.

Il est assurément très facile de dire que, dans un cercle d'individus placés autour d'une table et touchant la table, toutes les fois que la table tourne ou se déplace, il s'agit d'une imposture. Mais, pour facile qu'elle soit, l'explication n'en est pas meilleure. Ce serait une vraie absurdité que de considérer comme des menteurs ou des farceurs tous ceux qui ont fait tourner ou mouvoir des tables. Qu'il y ait des imposteurs parmi les spirites de profession, ce n'est malheureusement pas douteux — et j'en ai vu pour ma part quelques uns. — Mais en dehors de ces cas spéciaux (assez rares, il faut le reconnaître), on rencontre quelques individus dont la bonne foi est certaine, qui, en appliquant les mains sur une table et en ne faisant aucun mouvement volontaire, finissent par obtenir des mouvements de la table et même des mouvements intelligents, en ce sens que ces mouvements peuvent donner des réponses et des conversations.

Il faut débarrasser ce phénomène de l'auréole de mystère dont on a cherché à l'entourer. De fait, presque toujours, rien n'est plus simple que ces mouvements intelligents de la table; ce sont uniquement des mouvements inconscients du *médium*.

Nous avons dit plus haut que, parmi les gens qui se soumettent à l'expérience de M. Cumberland, il en est un certain nombre non susceptibles de mouvements inconscients, involontaires.

Eh bien! ceux-là mêmes qui peuvent involontairement et inconsciemment traduire leur pensée par des mouvements de la main, ceux-là, et ceux-là seuls, sont des *médiums*. Encore ne le sont-ils pas tous, et n'y a-t-il guère de véritable *médiums* que ceux qui ont des mouvements inconscients très forts.

Voici alors ce qu'on voit survenir. S'ils appliquent leurs mains sur une table légère, la plus petite pression fera mouvoir la table, à leur grand étonnement, puisque cette pression n'est ni voulue ni consciente; et ils s'imagineront que ce mouvement de la table est dû à une force mystérieuse quelconque.

Cette force mystérieuse est simplement leur action musculaire. Et en effet, quoi qu'en disent plusieurs expérimentateurs, victimes, je crois, de quelque illusion, on n'a jamais pu constater de mouvements de la table quand il n'y avait pas de contact direct musculaire entre le médium et l'objet matériel.

On doit donc faire rentrer dans l'ordre des phénomènes normaux et simples les phénomènes dits spiritiques; mais cela n'empêche pas qu'ils soient très intéressants à étudier. Le spiritisme envisagé ainsi constitue une méthode précieuse pour l'étude non seulement des mouvements, mais encore des pensées inconscientes.

En effet, ces mouvements inconscients ne sont pas livrés au hasard : ils suivent, au moins lorsqu'on opère avec certains mé-

diums, une vraie direction logique, qui permet de démontrer à côté de la pensée consciente, normale, régulière, du médium, l'existence simultanée d'une autre pensée collatérale qui suit ses périodes propres, et qui n'apparaîtrait pas à la conscience si elle n'était pas révélée au dehors par ce bizarre appareil d'enregistrement.

C'est ainsi que, si l'on place un médium à une table, on pourra, après avoir fait des questions, obtenir des réponses. Réponses logiques, déductives, qui surprendront le médium lui-même; car souvent il ignorera les faits révélés par sa mémoire inconsciente, et traduits en mouvements par ses contractions musculaires inconscientes.

Je le répète, il serait d'une extrême absurdité d'attribuer à la supercherie tous ces résultats. En effet, ainsi que beaucoup de personnes, j'ai pu constater la *médiumnité* (plus ou moins parfaite) chez nombre d'individus dont la bonne foi était tout à fait incontestable.

Il faut être prudent dans les négations; il faut nous méfier du scepticisme exagéré qui régnait il y a une trentaine d'années dans les sciences psychologiques. De fait, s'il y a par-ci, par-là, quelques fourbes, il y en a moins qu'on veut bien le dire, et, en général, il n'y a pas de mauvaise foi voulue.

Cependant, à côté de la mauvaise foi voulue, il y a une sorte de mauvaise foi inconsciente dont il faut grandement se défendre.

Pour peu qu'on s'observe soi-même, si l'on pratique ces expériences de tables tournantes, on verra à quel point il est difficile de ne pas exercer de pression intelligente pour faire marcher l'expérience dans le sens que l'on désire. Il faut vraiment avoir un certain empire sur soi, pour ne pas donner une manière de *coup de pouce* qui fera réussir.

Si cela est vrai des individus qui, ainsi que moi, n'ont pas de

mouvements inconscients, quelle ne doit pas être, pour le médium de bonne foi, la difficulté de séparer ses mouvements conscients volontaires des mouvements inconscients qu'il produit sans le vouloir?

Il était donc très important de soustraire à la conscience du médium les mouvements que produit son inconscience. On aura ainsi, si l'on parvient à éliminer tout phénomène de conscience, les phénomènes inconscients dans toute leur simplicité.

M. Chevreul avait précédemment indiqué un procédé très simple : c'est de fermer les yeux et de tenir à la main le pendule explorateur. Mais, dans ce cas, précisément la tendance au mouvement disparaît par le fait de l'occlusion des yeux qui dirigent ce mouvement. Quand on ferme les yeux, on ne déplace plus le pendule.

J'ai pu employer un procédé plus compliqué pour obtenir ainsi ces réponses inconscientes, soustraites à la conscience de celui qui les produit, et ne pouvant pas être modifiées par l'intervention de mouvements conscients.

Pour cela, voici comment j'ai procédé [1]. Soit une petite table autour de laquelle se trouvent placées plusieurs personnes, trois personnes, je suppose, E., D., C., parmi lesquelles un médium (de fait ce médium était un de mes amis, non un médium de profession). Ces trois personnes rangées en demi-cercle ne peuvent voir que de côté ou d'une manière incomplète la table où est l'alphabet. L'alphabet est caché derrière un grand carton. Deux autres personnes, A. et B. sont placées à l'autre table. A. désigne avec le doigt, sans bruit, successivement, les lettres de l'alphabet, et B., sans que A. ait parlé, inscrit sur un carnet les lettres qui répondent à tel ou tel soulèvement de la table.

1. J'ai donné une description détaillée du procédé expérimental. *Revue philosophique*, décembre 1884, pp. 653 et suivantes.

Le soulèvement de la table est indiqué par une sonnerie électrique, de telle sorte que le mouvement d'un des pieds se trouve instantanément révélé par la sonnerie.

Voici alors comment se fait l'expérience. L'alphabet est disposé de sorte qu'il est masqué et visible seulement à A. et à B. Quant à E., C. et D., ils ne prêtent aucune attention à ce que font A. et B. Ils causent, parlent, discutent, récitent des vers : pendant ce temps, A. suit sur l'alphabet caché les différentes lettres. A un moment la table se soulève et la sonnerie marche : alors A. se remet à parcourir l'alphabet silencieusement — B. a pris note de la lettre correspondante. — C., D. et F. qui sont assis à la table continuent à parler d'autre chose, ignorant absolument quelle a été la lettre écrite, et ainsi de suite, jusqu'au moment où une série de mouvements rapides et répétés de la table indique que la réponse est terminée.

Il se trouve alors, et c'est toujours à la grande surprise de C., D., E., que cette réponse a un sens et que c'est une phrase véritable. (Bien entendu, il arrive souvent que les lettres sont confuses et sans aucun sens.)

Ainsi, dans les expériences qui réussissent, les lettres n'ont pas été dites au hasard, et les mouvements inconscients du médium ont eu pour résultat des phrases tout entières, une véritable conversation qui depuis le commencement jusqu'à la fin a été complètement soustraite à sa conscience.

Ce qui donne à ce phénomène l'apparence du merveilleux, c'est qu'on ne comprend pas bien comment les mouvements de A., qui suit l'alphabet, peuvent être connus du médium C., que ce soit à l'état de conscience ou d'inconscience. Certes, je ne suis pas en état d'en donner une explication adéquate; mais il me paraît cependant que, si faibles que soient les mouvements de A. pendant qu'il suit l'alphabet, ces mouvements ne sont pas sans bruit. Ils

peuvent à la rigueur être plus ou moins discernés, si C. est assis un peu de côté. Quoique C. ne porte pas son attention sur les mouvements de A. et quoiqu'il ne puisse pas voir l'alphabet, il a la vague notion, par le bruit ou par la vue, du rhythme produit. C'est donc un rhythme qui lui est plus ou moins connu, et, alors, inconsciemment, il épelle l'alphabet suivant le même rhythme; de sorte que sa réponse inconsciente s'exprime par des lettres qu'il a inconsciemment et mentalement épelées.

Nous avons cherché, mes amis et moi, à développer et perfectionner cette méthode; mais nous ne sommes arrivés à aucun bon résultat. En employant un alphabet circulaire ou un alphabet disposé en ordre confus, ou en opérant dans une chambre voisine, ou en séparant par un grand paravent la table à réponse de la table à alphabet, nous avons échoué. Peut-être n'en eût-il pas été ainsi, si notre camarade C., qui était le médium, avait montré quelque persévérance. Mais ces expériences finirent par l'ennuyer; et de fait, elles étaient aussi longues que fastidieuses, bien souvent infructueuses et sans aucun progrès apparent; de sorte que depuis un an je n'ai pas pu décider C. à reprendre, d'une manière quelque peu suivie, ces études peu attrayantes pour lui.

Les réponses sont d'une extrême banalité. Elles sont, le plus souvent, niaises, banales, et fréquemment aussi ordurières.

J'en donnerai quelques-unes, telles qu'elles ont été obtenues, c'est-à-dire sans modifier les lettres que B. a inscrites au fur et à mesure de la réponse de la sonnerie électrique. On remarquera que souvent ces réponses ont besoin d'être corrigées, c'est-à-dire qu'il y a souvent des lettres erronées et que c'est fréquemment la lettre voisine qu'il faut prendre pour obtenir une réponse intelligente [1].

1. Les lettres en grandes capitales indiquent la réponse réelle. Dans la ligne

1° T.A.B.S. Q.U.F. X.O.U.S. B.U.R.E.A. D.E.R. I. J.D.E.E.S.
. . + T . . E V . . . A . . . Z . . S. . + ...
t a b t q u e v o u s a u r e z d e s i j d e e s
G.H.N.U.E.S.S.H.G.A.U.I.O.H. V.O.U.S. N.A.R.R.H.V.E.
D I . V . . T I . . T . . + ... I . .
d i n v e s t i g a t i o h v o u s n a r r i v e
S.F.Z. B. R.I.E.N.
R E . A . . . .
r e z a r i e n

2° UOUS O Z NOUYE ABXFC ORFVPERIEN E KS
V . . . M + N . . . ZAVE + SEX . . . . . . + +
v o u s m z n n u y e z a v e c o s e x p e r i e n e k s

3° PBS CE QUESTIONS QAS CE DNMOLICATIONS
. A. D. . . . . P . . D. CO . P . . . .
p a s d e q u e s t i o n s p a s d e c o m p l i c a t i o n s

Il y a eu aussi quelques phrases renversées, c'est-à-dire des phrases où la première lettre est la dernière, et ainsi de suite.

4° SEHPJRGOFOLZEMIASUOV

ce qui renversé fait :

V o u s a i m e z l o f o g r i p h e s.

5° ELBISSOOMILRZEDNAMDDSUOV
. . . . P . . . + ... E . . . . .
V o u s d e m a n d e z r l'i m p o s s i b l e.

placée au-dessous, se trouve la lettre voisine corrigée. Les + indiquent qu'il fallait une correction autre que celle de la lettre voisine, mais nous ne croyons pas devoir admettre cette correction.

On pourrait citer encore nombre d'expériences analogues; des vers français retournés, par exemple, et quantité de réponses grossières que je m'abstiens de reproduire ici.

Nous avons eu aussi la composition d'un vers français imaginaire :

C'est l'hiver, le matin, il fait froid et il neige.

Des vers français cités, demandés au hasard, deux l'ont été par des lettres retournées.

Ils ne mouraient pas tous, mais tous étaient frappés.
Tombe aux pieds de ce sexe à qui tu dois ta mère.

Enfin, dans une autre expérience, nous avons eu une réponse en anglais. Il s'agissait de dire le nom d'une des personnes présentes.

I KNOW ONLY THE SLANG.
I know only the slang.

Il faut remarquer que C., le médium, sait assez peu l'anglais pour qu'il n'ait pas compris tout de suite la signification du mot *slang*.

Ces expériences comportent une explication très simple, encore qu'elle ne soit pas entièrement satisfaisante.

Cette explication, c'est l'*hémi-inconscience* du médium. Ce mot a besoin lui-même d'être expliqué; car il n'a, croyons-nous, pas été proposé encore, et il constitue une hypothèse nouvelle pour rendre compte de l'état de médiumnité.

Lorsqu'un somnambule, plongé plus ou moins profondément dans l'état de somnambulisme, pense, parle ou agit, il n'est pas en état de conserver le souvenir de ses actions ou de ses pensées; de sorte qu'au réveil, la conscience et le souvenir ayant disparu, on peut supposer qu'une autre personnalité, en quelque sorte, a agi en lui pendant son état de somnambulisme. Il a donc, pour

ainsi dire, deux consciences, sa conscience normale et sa conscience de somnambule, ces deux états se succédant et ne se mélangeant pas.

Nous pouvons alors faire cette hypothèse que, dans l'état de médium, ces deux états se succèdent et se mélangent, c'est-à-dire que la conscience normale, régulière, persiste, et qu'en même temps qu'elle, une autre conscience apparaît, coïncidant avec elle sans se mélanger; accomplissant des actes soustraits à la conscience normale première, et poursuivant, sans le secours de cette conscience normale, une série d'évolutions logiques. C'est donc de l'*hémi-inconscience*, ou encore de l'*hémi-somnambulisme*.

Ainsi, pour reprendre l'exemple cité plus haut du médium qui suit mentalement le rhythme de l'alphabet : en même temps que notre ami causait, plaisantait et discutait avec nous, son personnage inconscient épelait mentalement l'alphabet, suivait (je ne sais trop comment) le rhythme observé par A, qui tenait l'alphabet, et faisait des phrases, des réponses, des vers, etc.

Il y avait donc en lui pour ainsi dire deux personnes : le personnage de bonne foi, conscient, qui causait, plaisantait, discutait, non différent de ce qu'il est à l'état normal; et le personnage inconscient, qui cherchait à entendre les mouvements de A., à suivre l'alphabet en même temps que lui, ayant une série d'idées tout à fait distinctes de la série des idées du personnage conscient, lequel ignore tout ce que fait son inconscient.

Certes, le travail intellectuel de cet inconscient n'a jamais abouti qu'à un mince résultat; axiomes philosophiques, citations, injures, toutes ces manifestations intelligentes sont d'une intelligence très faible. On peut dire que si G. conscient est poli, intelligent, spirituel, G. inconscient est grossier, simple et banal jusqu'à la bêtise. Mais enfin le degré de l'intelligence importe peu, et ce sont là toujours des phénomènes intellectuels.

Je ne me dissimule pas que cette hypothèse aura besoin d'être appuyée par de nouveaux faits. La simultanéité dans l'esprit de deux ordres de phénomènes intellectuels, les uns conscients, les autres inconscients, aura besoin d'être prouvée par d'autres séries d'expériences. — J'espère qu'on les entreprendra, et je suis convaincu qu'on fera bien mieux. — Mais il n'en est pas moins vrai que cette tentative, inspirée par les beaux travaux de M. Chevreul, mérite quelque indulgence; car, jusqu'ici, les phénomènes dits spiritiques ont été, ou bien traités comme des impostures, ce qui est inadmissible, ou bien abandonnés à des personnes qui, au lieu d'expérimenter par des méthodes scientifiques, se contentaient de preuves insuffisantes et s'égaraient dans le mysticisme.

Je me crois donc autorisé à formuler la conclusion suivante :

Toutes les forces dites surnaturelles ne sont que des forces humaines, musculaires ou psychiques. Mais, comme elles sont soustraites à notre conscience, elles nous paraissent reconnaître une cause différente de nous, explication qui est aussi peu rationnelle que possible.

En réalité, il semble qu'il y ait non seulement un *inconscient musculaire,* mais encore un *inconscient intellectuel,* et je crois que, sous l'influence de certaines conditions psychologiques spéciales, des consciences, des personnalités diverses coexistent avec notre conscience et notre personnalité principales.

Nous ignorons comment l'avenir transformera cette théorie psychologique de l'inconscience; mais, en tous cas, elle nous paraît être de quelque importance. Or c'est à M. Chevreul que reviendra l'honneur d'en avoir, dès 1833, tracé les premières lignes.

TABLE DES MATIÈRES

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 19893.